

导 言

古今易学科学观

在当今《周易》热中，“以科学治易学”和“以易学治科学”大有成为时尚之势。这究竟是文化倒退还是文化复兴？在欧洲，文艺复兴的“复古”孕育了近代科学。在中国，乾嘉学派的“复古”并没有实现“思想解放”，而“五四”时期的“疑古”也没有激发出“伟大的创造”。前者有失于虚幻的“西学中源”说，而后者则受损于妄自菲薄的“民族虚无主义”。今日的易学与科学拥抱又会有什么样的结果？人们应当采用什么态度？历史或许能提供某种答案。

易学并非科学，何以将其作为科学史的研究对象？按照萨顿(George Sarton, 1884~1956)的科学史观，炼金术、占星术及其他自然法术是应该排除在科学史之外的。但是，自巴特菲耳德(Herbert Butterfield, 1900~1979)的《历史的辉

格解释》(1931年)之后,特别是柯瓦雷(Alexandre Koyre', 1892~1964)和佩格耳(W. Pagel, 1890~1983)的许多著作问世之后,对待科学史的辉格党(Whig Party)人的态度逐渐转变。科学史界越来越多的学者认识到,站在现代科学的立场寻找历史来龙去脉的做法有误入歧途的危险,转而采取从原来的境况中重新阐释科学思想。这样,颠倒了科学选择的方法,科学与非科学在历史上并非彼此无关,而是在一个文化整体中相互联系着。按照这种已为公认的新科学史学观,“易学科学史”理当成立。笔者为自己设定的写作这本《易学科学史纲》的任务是,在整体文化史的视角下把传统与现代衔接起来,以托古鉴今。

《易》与易学

《易》之为书是以符号及其对应的缀词形式出现的。“—”和“--”两种符号六个一组地排列成六十四组,每一符号组都赋予一个名称并缀有短文。对于这些符号,无论是从经验还是从组合学,人们都可以很容易地看出它们之间的内在联系,也就是说它们体现了思维的逻辑。但是,那些缀词,对于现代人来说,有些浅显易懂而有些则深奥难解其意。虽然至今尚难以找到缀词之间的内在联系,但通过对文词的训诂,学者们断定它是占筮之书,大概成书于西周初年。流传至战国中后期,不知经那些人之手,先后完成了对《易》作系统解释的十篇作品。符号“—”和“--”分别称之为阳爻和阴爻,六爻一组的六十四个符号组称之为卦。那些缀词也被

分类，与卦相配的叫做法辞，与爻相配的叫做法辞。他们撰写法和象释文上下两篇，对卦辞和爻辞给予解释。进而又撰《文言》，专门对乾、坤两卦作解释；作《说卦》解释六十四卦源于八卦及八卦的象征意义；作《序卦》对六十四卦的排列顺序作出类因果解释；作《杂卦》阐释六十四卦两两对立之理，最富概括性的《系辞》上下篇可视为《易》之通论。这十篇释文脱离卜筮建立起一套以阴阳为纲阐释变化的理论体系，后世称其为《易传》。流行至今的通行本《周易》包含《易》与《易传》两部分。它实际上是三个时代作品的统合：上古巫术文化演化出来的符号、周初集锦的占筮验词和战国末年的理性诠释。

汉兴，《周易》成为传习和研究对象，立为官学，尊称为“五经”之一。虽然关于《周易》的研究在宋代才称之为“易学”，实质上自《易传》起“易学”就已存在。汉代以后的易学以“传”“解”“经”并且其发展史还表明，不仅不同时期的易学有其时代的特征，而且表现出学派的和个人风格的不同。

作为时代特征，汉易学即重视本源研究又结合科学发展而发挥其创造性。卦气说、爻辰说、纳甲说、卦变说以及《太玄》明显结合了天文历数，而《周易参同契》则是把易学应用于丹学。汉易把阴阳五行学说纳入易学，形成宋人称之为“象数学”的主要特征。魏晋隋唐时期的易学以“象数”向“义理”转变为特征。自此，易学以其理性向科学领域渗透。宋代是易学大发展时期。据《宋史·艺文志》著录，仅北宋解易著作就有六十余家。在“学”逐渐取代“术”的理性大发展的时代，各种“学”泉涌而出，《周易》研究也适时宣布为“易

学”。宋易象数、义理并驾齐驱，其中以图与数解易的传统被清代易学家称之为图书学。易学哲学成为宋明哲学的主流。宋、元数理科学和晚明的科技光彩都得益于易学理性之精微。由于明清之际西学的传入，复兴中国传统科学成为中国儒士“自尊”的要求。清代学者把宋以来的批判理性发展成一种实证精神。以“实事求是”的批判态度对待以往的易学论著，成为清代易学的一大特征。在“朴学”的代表人物中不乏易学大家，其中包括戴震（1723~1777）、胡渭（1633~1714）江永（1681~1762）、焦循（1763~1870）、唐宗海（1846~1897）等身兼科学家的人。近现代又进而出现科学家治易、衍易的新特征。

就易学宗派而论，在先秦时代的百家争鸣时期，儒易与道易之分已依稀可见。汉代易学有古文派和今文派之争，并有以象数解易、以义理解易和以黄老解易的三种倾向。魏晋时期黄老学说与古文经学结合形成的玄学解易，继承和发展了两汉易学的道家 and 义理倾向，“得意忘象”。南北朝时期的易学继续沿魏晋易学方向发展。隋唐儒、释、道融合使易学走上调和象数和义理的道路。宋代易学盛，汉代开创的象数易学传统被发展为象学和数学两支，而魏晋形成的义理易学传统被发展为理学和气学两支。宋代丁易东所著《易统论》将易学分为 12 类：以理论易、以象论易、以变论易、以占论易、以数论易、以律论易、以历论易、以术论易、以事论易、以心论易、以老道论易、以释道论易。宋易学风延续到清初，随后呈汉易略占上风，宋、汉两种易学传统折中。

清《四库全书总目·经部·易类》对易学史作出“两派六宗”的概括：


《左传》所记者占，盖犹太卜之遗法。汉儒言象数，去古未远也；一变而为京、焦，入于吉祥；再变而为陈、邵，务穷造化。《易》遂不切于民用。王弼尽黜象数，说以老庄；一变而胡瑗、程子，始阐明儒理；再变而李光地、杨万里，又参证史实。《易》遂日启论端。此两派六宗，已互相攻驳。

当今总结易学之宗派，因科学解易自 1920 年代起已渐盛，并宣称自己为“科学派”，当应增加此一易学派。

易学与科学

严格地讲，科学产生于近代的欧洲，只是在追溯它的历史时，才有古代的和中世纪的科学之说。如果无限追溯，科学的历史起点同人类历史的起点共源。科学的逻辑起点，至少也可与文字（符号）的产生同期。费莱汉的著作《金枝》已论证了宗教和科学共同起源于巫术。在这个意义上，作为占筮书的《易》同中国科学有亲缘关系是可以理解的。《易传》的作者们给我们留下的下述论述，似乎在强调“科学”源于《易》：

古者包牺氏之王天下也，仰则观象于天，俯则观法于地，观鸟兽之文与地之宜，近取诸身，远取

诸物，于是始作八卦，以通神明之德，以类万物之情。作结绳而为罟，以佃以渔，盖取离。包牺氏没，神农氏作，断木为耜，揉木为耒，耒耨之利以教天下，盖取益。日中为市，致天下之民，聚天下之货，交易而退，各得其所，盖取诸噬嗑。神农氏没，黄帝尧舜氏作，通其变，使民不倦，神而化之，使民宜之。易，穷则变，变则通，通则久，是以自天佑之，吉无不利。黄帝尧舜垂衣裳而天下治，盖取诸乾坤。剡木为舟，剡木为楫。舟楫之利，以济不通，致远以利天下，盖取诸涣。服牛乘马，引重致远以利天下，盖取诸随。重门击柝以待暴客，盖取诸豫。断木为杵，掘地为臼，臼杵之利，万民以济，盖取诸小过。弦木为弧，剡木为矢，弧矢之利，以威天下，盖取诸睽。上古穴居而野处，后世圣人易之以宫室，上栋下宇，以待风雨，盖取诸大壮。古之葬者，厚衣之以薪，葬之中野，不封不树，丧期无数，后世圣人易之以棺槨，盖取诸大过。上古结绳而治，后世圣人易之以书契，百官以治，万民以察，盖取诸夬。（《易传·系辞下》第二章）

这是一部简略的“上古史”。渔猎时代的首领包牺氏依据对自然的观察画八卦。此后的耒耨、衣裳、舟楫、服牛乘马、杵臼、弧矢、宫室、棺槨、书契等人类早期的重大发明都是依卦象的启发而导至的。虽然《易传》的这种看法不能被认作历史事实。但至少体现了它的作者对技术发明者的崇

敬。

在《易传》作者看来，“易与天地准，故能弥纶天地之道”（《易传·系辞上》第四章）。他们认为“《易》有圣人之道四焉，以言者尚其辞，以动者尚其度，以制器者尚其象，以卜筮者尚其占”。这种对易学功能的概括，即使不是历史的真实，至少也反映了当时的现状。这种思想对其后的易学发展产生了巨大影响。两千年之后的总结真实地概括了其影响力所达到的程度。清代《四库全书总目提要》作出的概括是：

易道广大，无所不包，旁及天文、地理、乐律、兵法、韵学、算术，以建方外之炉火，皆可援易以为说，而好易者又援以入易，易说至繁。

易道“旁及”之内容的一部分现代可大体称之为科学。历代易学“援易为说”或“援以入易”的科学内容形成易学科学史的研究对象。

易学对科学的发展是有所贡献的。六十四卦是世界上古老的符号系统。《周易》经文中有世界最早的太阳黑子记录。《易传》第一次比较完整地提出的科学思想，奠定了中国传统科学范式的哲学基础。《易纬·乾凿度》爻辰说中提出中国早期的“天旋地动”说，而其九宫说创造了世界最早的纵横图。近代科学许多重要术语源于易学，如“天文”和“地理”出自《周易》，“地质”出自扬雄（53B.C.~18）《太玄·玄文》；“数学”原为宋代的象数易学的一支，“物理之学”也出现在邵雍（1011~1077）《皇极经世·观物外篇》。明末方以智

(1611-1671) 甚至认为“格致研极之精微，皆具于《易》”，可见易学对中国科学思想影响之深远。

但是，我们必须知道易学和科学是两种不同的学问。无论作为占筮书的《易》和作为其最早系统注释的《易传》以及其后的许多易学著作，相对严格科学来说，其中包含的所谓“科学”只具有“前科学”的性质。

关于易学与科学的关系，台北中央研究院院长、物理学家吴大猷和原国家科委副主任、中国社会科学院副院长、哲学家、经济学家于光远都发表过中肯的告诫。吴大猷说：有人提倡复兴我国文化，但真正的问题是如何为我们文化的精华建立一个新形式与新系统，这绝不是一些表面形式之事，而是要识者深思的问题。于光远认为《周易》作为哲学，只能给科学研究以某种启发，不可能运用它直接取得科学成果。不仅《周易》，而且世界上任何古籍，都不能对现代科学发展起直接的作用。^①

科学易与易科学

我们区分科学易和易科学，是要区别开易学两种不同类型的研究。科学易是“以科学治易学”，易科学则是“以易学治科学”。前者属于易学家的工作，后者则属于科学家的工

^①于光远：《坚持科学态度——一对当前（周易）研究的一个恳切希望》，《周易与自然科学研究》，第 1~11 页，丘亮辉等主编，中洲古籍出版社，1992 年。

作。

在近代以前的历史中，中国的学问一向把解决“人”的问题放在第一位考虑，作为理解人所面临的自然环境以及利用厚生等问题的传统科学也不例外。整个传统科学在整体文化中只占居辅助角色。中国古代科学巨匠少有纯科学家，当今被视为科学的论著，除了工艺、医药、历算、博物，大都作为辅助部分散在某些人文著作之中。中国古代少有专门性的科学著作，传统科学是整合在中国整体文化之中的。

其次，由于中国传统科学融化在整体文化之中，使得中国的科学文化与其他文化广泛沟通。有时医巫不分、器技不分、天文与星占也难分。

易学与科学的交迭也反映着中国科学传统的这种基本状况。正因为如此，在区分古人究竟是“以科学治易学”还是“以易学治科学”时，就要特别仔细。如果只以著作者身份或其著作整体的性质作区分的标志，大多属于“以科学治易学”，难得找到几位“以易学治科学”者。但是，如果从他们谈论的问题本身之性质以及他们发议论的目的分析，也会找到不少著作家在“以易学治科学”。

无论是“以科学治易学”还是“以易学治科学”都曾被攻驳为“牵强附会”。例如孟喜、京房借天文律历发展易学被斥为儒家经学“异端”或“教外别传”扬雄创造的《太玄》新易系统被视为“非易”。天文学家刘歆(?)²³和僧一行把易学卦气说引为历法理论基础的尝试，数学家秦九韶(1203/1209-1261)发现《周易》筮法的同余结构而作“蓍卦发微”都曾被视为“附会”。这类问题都应重新加以认真研究。

“以科学治易学”无疑是易学研究的一种方式。它可以随

科学的发展，不断创新对《易》的理解而使易学得以发展。卦气说发展出象数派易学传统就是一例。莱布尼茨 (Gottfried Wilhelm Leibniz, 1646~1716) 对易卦序的二进制解释无疑使得这最古老的经典与现代科学衔接起来。“以科学治易学”是保存和发展易学的一种好方式，但它不是唯一的研究方式。易学研究还可以采取其他视角，如哲学的、训古的、社会学的、文学的、历史的等等。

与“以科学治易学”相比，“以易学治科学”难度更大。前者可以说属于解释学的范畴，而后者则属于科学的范畴。解释学通过理性重构而发掘研究对象中潜在的知识结构，或者说通过“翻译”手段实现理解。理解并不包含创造新知识的要求，而科学的任务则是创造。所以，“以易学治科学”的目的是，借易学中某种观念或方法的启迪进而达到新知识的创造。“以科学治易学”与“以易治科学”的差别是“理解”与“创造”之别。

第一章

易卦符号学

1.1 卦系结构

在易学的整个发展史中，出现的符系统主要有《易》和《太玄》两种。前者是二元符号系统，后者是三元符号系统。作为符号系统加以研究性的叙述，我们不拘守原有的符号形式，为了便于排版，我们以“●”和“○”替代“—”和“--”，以“●”、“○”和“◎”分别替代“—”、“--”和“---”。

1.1.1 《周易》系统

最早出现的完整《周易》符号系统是六十四卦系统。它

是两个元素重复数各为 192 的有限重集的 6 排列。在《周易》中把六十四卦系统解释为由八卦相重生成的，于是又出现一个二元素重复数各为 12 的有限重集的 3 排列系统。西汉焦贛在其《易林》中，将六十四卦相重形成四千零九十六卦系统。他的著作只给出卦名及缀词，并未作符号图示。它应是二元素重复数各为 24576 的有限重集的 12 排列系统，从符号学的角度，这种卦系统没有受到后人的重视，被流传和发展的是八卦和六十四卦两个系统，而且到宋代被邵雍发展成完备的系统。

易经的卦符，从一开始就是作为象征性的代号使用的，也就是被作为“符号”看待。最为人熟知的是八卦系统的符号意义，它们的名称和象征意义与符号的对应如图 1.1.1.1 所示。

乾	○○○	天
坤	●●●	地
震	○●●	雷
巽	●○○	风
坎	●○●	水
离	○●○	火
艮	○●●	山
兑	○○●	泽

图 1.1.1.1 八卦取象表

原卦系统的符号是竖排的，认读顺序由下往上。这里的替代符号是模排的，认读顺序自左至右。这一点请读者注意，下文亦同，不再说明。

由八卦重成的六十四卦系统，我们以象征八卦意义的天、地、雷、风、水、火、山、泽八个符号组成各种方阵表示，图 1.1.1.2 是其中一种形式。

地地	山地	水地	风地	雷地	火地	泽地	天地
地山	山山	水山	风山	雷山	火山	泽山	天山
地水	山水	水水	风水	雷水	火水	泽水	天水
地风	山风	水风	风风	雷风	火风	泽风	天风
地雷	山雷	水雷	风雷	雷雷	火雷	泽雷	天雷
地火	山火	水火	风火	雷火	火火	泽火	天火
地泽	山泽	水泽	风泽	雷泽	火泽	泽泽	天泽
地天	山天	水天	风天	雷天	火天	泽天	天天

图 1.1.1.2 六十四卦取象表

六十四卦系统也如八卦系统一样，每一卦都有一个专名。宋代朱熹（1130~1200）曾在其《周易本义》卷首给出“八卦取象歌”和“分宫卦象歌”。我们这里录下后者：

乾为天	天风姤	天山遁	天地否
风地观	山地剥	火地晋	火天大有
坎为水	水泽节	水雷屯	水火既济
泽火革	雷火丰	地火明夷	地水师

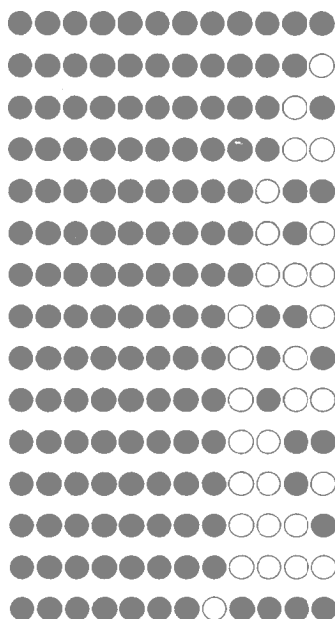
艮为山	山火贲	山天大畜	山泽损
火泽睽	天泽履	风泽中孚	风山渐
震为雷	雷地豫	雷水解	雷风恒
地风升	水风井	泽风大过	泽雷随
巽为风	风天小畜	风火家人	风雷益
天雷无妄	火雷噬嗑	山雷颐	山风蛊
离为火	火山旅	火风鼎	火水未济
山水蒙	风水涣	天水讼	天火同人
坤为地	地雷复	地泽临	地天泰
雷天大壮	泽天夬	水天需	水地比
兑为泽	泽水困	泽地萃	泽山咸
水山蹇	地山谦	雷山小过	雷泽归妹

在易学著作中也常常以卦名排列六十四卦，图 1.1.1.3 是方阵形式之一种。

坤	剥	比	观	豫	晋	萃	否
谦	艮	蹇	渐	小过	旅	咸	遁
师	蒙	坎	涣	解	未济	困	讼
升	蛊	井	巽	恒	鼎	大过	姤
复	颐	屯	益	震	噬嗑	随	无妄
明夷	贲	既济	家人	丰	离	革	同人
临	损	节	中孚	归妹	睽	兑	履
泰	大畜	需	小畜	大壮	大有	夬	乾

图 1.1.1.3 六十四卦卦名方阵

四千零九十六卦系统为六十四卦相重所得，自然可用两个六十四卦卦名的组合排列表示其一卦，也可用四个八卦象征名的组合排列表示，这里我们用“●”和“○”表示。要把它完整地表示出来需要不少篇幅，下面按《易林》提供的卦序，给出一部分表示以示意。



邵雍的功绩在于把易卦符号系统发展到数学上完备的程度。他在《皇极经世》卷七《观物外篇》中写道：

太极既分，两极立矣。阳交于阴，阴交于阳，四象生矣。阳交于阴，阴交于阳，而生天之四象；刚交于柔，柔交于刚，而生地之四象；于是八卦成矣。八卦相错，然后万物生焉。故一分为二，二分为四，四分为八，八分为十六，十六分为三十二，三十二分为六十四。故分阴分阳，递用柔刚，易六位而成章也。十分百，百分千，千分万；犹根之有干，干之有枝，枝之有叶；愈大则愈少，愈细则愈繁，合之斯为一，衍之斯为万。

邵雍的六十四卦次序图。虽然只到六十四卦，但是这段话的数学意义在于，他提出了一个无限连续增加的完备的易卦系统。用组合学的话说，他建立了二元素无限重集排列系统：两仪、四象、八卦、十六卦、三十二卦、六十四卦、一百二十八卦，……《易林》的四千零九十六卦，并且可增至无穷。组合数学对 K 个元素无限重集的排列数有 $N = K^r$ 。对《周易》系统

$K = 2, r = 1, 2, 3, 4, 5, 6, \dots, 12, \dots,$
分别对应于诸卦系。

1.1.2 《太玄》系统

杨雄仿《周易》作《太玄》。其最重要的意义在于发展了易学符号系统。他的《太玄》以符号“—”、“--”、“---”

取代“—”、“--”组合排列出 81 组符号，他称之为八十一
“首”，并且每首部有其首名。它实质上是三元素重复数为
108 的有限重集之 4 排列符号系统。图 1.2.1.1 是用“●”，
“○”，“⊙”替代给出的八十首符号系统图式。

●●●●●	中
●●●○	周
●●●⊙	礪
●●○⊙	闲
●●○○	少
●●○⊙	戾
●●⊙●	上
●●⊙○	千
●●⊙⊙	𠂔
●○●●	羨
●○●○	差
●○●⊙	童
●○○●	增
●○○○	锐
●○○⊙	远
●○⊙●	交
●○⊙○	𠂔
●○⊙⊙	倅
●⊙●●	从
●⊙●○	进

●○●○	释
●○●●	格
●○●○	夷
●○●○	乐
●○●○	争
●○●○	务
●○●○	事
○●●●	更
○●●○	断
○●●○	毅
○●○●	装
○●○●	众
○●○●	密
○●○●	亲
○●○●	钦
○●○●	疆
○●●●	醉
○●●○	盛
○●●○	居
○●○●	法
○●○●	应
○●○●	迎
○●○●	遇
○●○●	宠
○●○●	大

○●●●	廓
○●●○	文
○●●○	礼
○●○○●	逃
○●○○○	唐
○●○○○	常
○●●●●	度
○●●○○	永
○●●●@	昆
●●●●	减
●●●○	唢
●●●●	守
●●○○●	翕
●●○○○	聚
●●○○○	积
●●●●	饰
●●●○○	疑
●●●○○	视
●○○●●	沈
●○○●●	内
●○○●●	去
●○○○○	晦
●○○○○	瞢
●○○○○	穷
●○○●●	割

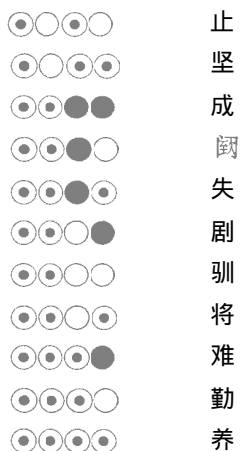


图 1.1.2.1 太玄八十一首

在《太玄》八十一首系统之后，属于三元素符号系统的易学有道家易《九天玄女课》。它是三元素重复数为 6 的有限重集的 2 排列系统。图 1.1.2.2 是九天玄女卦方阵表。





图 1.1.2.2 九天玄女卦

在历史上，三元素易学符号系统没有发展起来。从数学考虑，构造三元无限重集卦系统应是依 $N=3^f$ 进行。因此，三元素卦系的序列顺序是 3, 9, 27, 81, 243-…。历史上只存在过九天玄女课的九卦，和《太玄》的八十一首。

1.1.3 其他卦系

前两节我们讨论了《周易》二元素符号系统和《太玄》三元素系统。这是易学发展史中最主要的两类符号系统。除此之外尚有若干鲜被易学家讨论的系统，如汉代《灵棋经》系统、北宋司马光（1019~1086）《潜虚》系统和南宋蔡沈（1167~1230）《洪范皇极》系统等。这些系统都不同于《周易》和《太玄》系统。它们分别提供了四元素、十元素和九元素符号系统。虽然在历史上这些系统很少作为符号系统被讨论，但它们毕竟在符号学上有一定的意义，我们作简单介绍。

《灵棋经》为西汉至北朝之间成书的占书。其占法，用棋子 12 枚，其中 4 枚写有“上”，另有 4 枚写“中”，余之 4 枚写“下”，所有棋子背面都无标记。占卜时将 12 个这样的

棋子同时抛下，观其上、中、下各多少，可得 125 卦。书无卦符，全为文字叙述。从数学上看，这相当较为复杂的四元素排列组合问题。虽然没有给出 125 符号排列图示，但终不失为一种符号系统的巧妙设计。

《潜虚》系统是由 10 个元素的排列组合成 55 组的符号系统。它是由筹算的 10 个数码为符号，两两组合而成 55 组。仿《周易》六十四“卦”和《太玄》八十一“首”，《潜虚》称五十五“名”。

《洪范皇极》系统是一个 9 元素排列系统，共排出八十一组。它是以一，二，三，四，五，六，七，八，九为符号排成内外两圈，以示一年的季节变化。

从数学角度分析，这三种系统都还不完善，没有发展成相应的重集排列系统，只是给出一种特例。

1.2 卦符分类原理

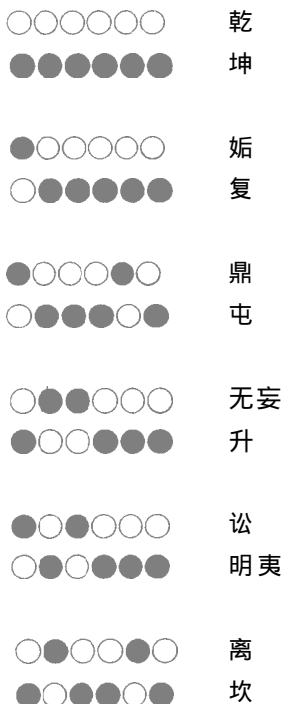
《易传·杂卦》在概念对立的意义上讲卦之两两对立，尚不是在符号学意义上的分类原理。从汉代起易学家们在象数研究中发现了符号学意义上的诸分类原理。其中飞伏原理、复变原理和错综原理是最重要的。

1.2.1 飞伏原理

汉京房（77~37B.C.）提出的“飞伏”原理，是对易卦对



称研究的最早尝试，他用它解释他的八宫卦序。

所谓“飞伏”是说两卦相较其爻阴阳相反对。乾坤互为飞伏，震巽互为飞伏，坎离互为飞伏，兑艮互为飞伏，……虞翻（146~233）的“旁通”，即两卦六爻阴阳皆相反，实相当于“飞伏”卦。我们按飞伏原理可将六十四卦分为互为“飞伏”的三十二对，图示如下：






 师



 同人




 咸

 损


 履

 谦




 睽

 蹇


 泰

 否


 旅

 节


 观

 大壮


 兑

 艮

噬嗑

井

涣

丰

蒙

革

比

大有

随

蛊

贲



困



大畜



萃



恒



益


 中孚

 小过


 渐

 归妹


 需

 晋


 小畜

 豫




 临

 遁


 剥

 夬


 颐

 大过


 家人

 解

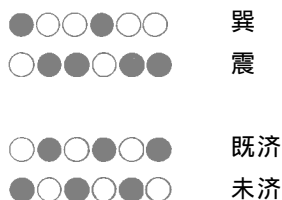


图 1.2.1.1 六十四卦飞伏结构

1.2.2 复变原理

唐孔颖达（574~648）在研究六十四卦序时，提出易卦的“非复即变”命题。他在其《周易正义》中，对韩康伯（322~380）关于《序卦》的评注作发挥时提出：

今验六十四卦，二二相耦，非复即变。复者表里视之，遂成两卦，屯、蒙、需讼、师、比之类是也。变者反复唯成一卦，则变以对，乾、坤、坎、离、大过、颐、中孚、小过之类是也。

这里的“复”即倒置，亦即爻序颠倒。而“变”则指卦爻的阴阳性质改变，显然与京房的“飞伏”同义。这里孔颖达发现了一个新的原理，即“复变”原理。六十四卦中互“变”者三十二对，相“复者”二十八对。因为“变”卦对即 1.2.1 节中讨论

过的“飞伏”卦对，不再图以示之。

二十八对“复”卦图示如下：

屯	○●●●○●	蒙
需	○○○●○●	讼
临	○○●●●●	观
噬嗑	○●●●●○	贲
泰	○○○●●●	否
同人	○●○○○○	大有
咸	●●○○○○●	恒
遁	●●○○○○	大壮
蹇	●●●●○●	解
损	○○●●●○	益
困	●○●○○●	井
革	○●○○○●	鼎
丰	○●○○●●	旅
巽	●○○●○○	兑
师	●○●●●●	比
小畜	○○○●○○	履
谦	●●○●●●	豫
剥	●●●●●○	复
随	○●●○○●	蛊
晋	●●●●○●	明夷
无妄	○●●○○○	大畜
姤	○○○○○●	夬

家人	○●○○●○○	睽
震	○●●○○●●	艮
萃	●●●○○●●	升
涣	●○○●●○○	节
渐	●●○○●○○	归妹
既济	○●○○●○○	未济

图 1.2.2.1 六十四卦复卦对表

1.2.3 错综原理

明来知德（1525～1604）在其《周易来氏注》中提出“错综”概念作为六十四卦分类原理。他所谓的卦之相“错”即京房的“飞伏”、孔颖达的“变”，而他所谓的“综”亦即孔颖达的“复”。按照“错综”原理考察六十四卦，他的新发现在于，有些卦即“错”又“综”可称之为“错综卦”，而另一些卦自我相综，可称之为“自综卦”。我们给出它们的图示，以便查验。

错综卦者八，分为四对；自综卦者也八：

○○○●●●	泰
●●●○○○	否
○●○○●●	既济
●○○●●○	未济

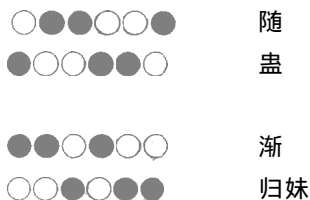


图 1.2.3.1 错综卦表

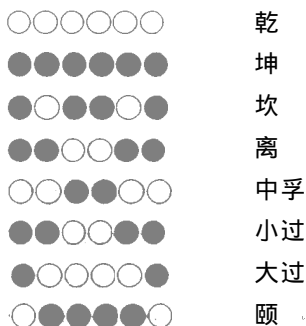


图 1.2.3.2 自综合卦表

1.3 卦序方位对称

符号序是符号学的重要内容。在易学传统中卦序及方位是象数派易学家曾经付出大量心力的研究对象。卦序和卦位

研究最终导致本质属于二进制数表的发现。卦位研究还引伸到符号排布的对称性的研究方向。

1.3.1 六十四卦序之谜

关于《周易》通行本卦序，《易传·卦序》给出一个依卦名意义的‘类因果’解释：

有天地，然后万物生焉。盈天地之间者，唯万物，故受之以屯。屯者，物之始生也。物生必蒙，故受之以蒙。蒙者，蒙也，物之稚也。物稚不可不养也，故受之以需。需者，饮食之道也。饮食必有讼，故受之以讼。讼必有人起，故受之以师。师者，众也，众必有所比，故受之以比。比者，比也。比必有所畜，故受之以小畜。物畜然后有礼，故受之以履。履而泰然后安，故受之以泰。泰者，通也。物不可以终通，故受之以否……

从天地形成到万物兹生，以至人类社会的出现，人生要衣食住行，就发生斗争，所以要团结、节制，要制订规范，达到安泰；安泰不会长久，而会发生向反面转化……。从乾卦到未济，后卦依前卦，或相因或相反，形成一个因果链。京房大概由于不满这种卦序才提出《八宫世代》卦序说。此说与《易传·序卦》不同，不是依托卦义，而是依卦象建序，因而进入符号系统研究。他借“飞伏”原理按乾震坎艮坤巽离兑

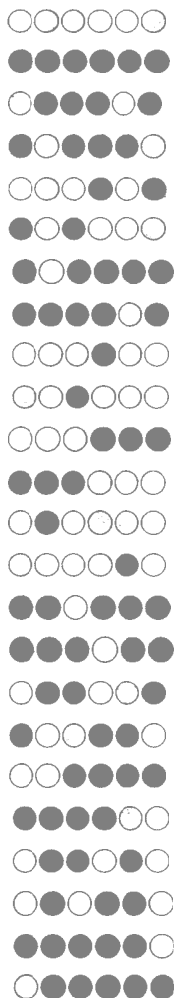
的顺序设为“八宫”。乾坤、震巽、坎离、艮兑互为“飞伏”。这八宫作为上世，每宫者各属有一、二、三、四、五世和游魂、归魂七卦。各宫所属世代七卦，皆为上世变爻而得，因而各宫诸世代之间亦具上世飞伏关系。从符号学角度看，最突出的特征是按飞伏原理分类整序。此种卦序的符号学意义是明显的，但是在整体上还远不是完美的。京房同时代人扬雄的《太玄》符号系统是整体完美的。从数学上看，它的八十一首次序是严格的三进制数列。但是，直到邵雍，没有人将《周易》卦序完美到《太玄》的水平。

东晋韩康伯（332~380）认为《易传·序卦》只是假托六十四卦序说明卦义。孔颖达的“非复即变”也未解决六十四卦的整体次序问题。北周卫元嵩在其著作《元包经》提出的六十四卦序，在建序原理上类似京房“八宫”说，因为以坤为首而被认为体现了《归藏》易学思想。宋代图书学盛行，邵雍建立的伏羲六十四卦序才是真正整体完美的一种六十四卦序。但是它的符号学和数学的意义并未受到应有的重视。朱熹在其《周易本义》中将京房宫卦序歌和邵雍伏羲卦序图并列。德国数学家莱布尼茨慧眼视珠，立即看出邵雍卦图的数学意义：它本质上是一个六位二进制数列表。

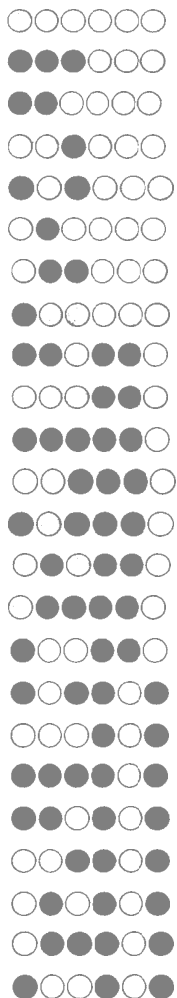
近代的易学家仍然关心通行本《周易》的卦序问题。特别是汉墓帛书本《周易》出土以后，因其与通行本卦序不同，更引起学者们的思考。

为了下文讨论方便，也为读者思考这个“千古之谜”方便，我们给出通行本、帛书本和邵雍图三种卦序的比较表如下：

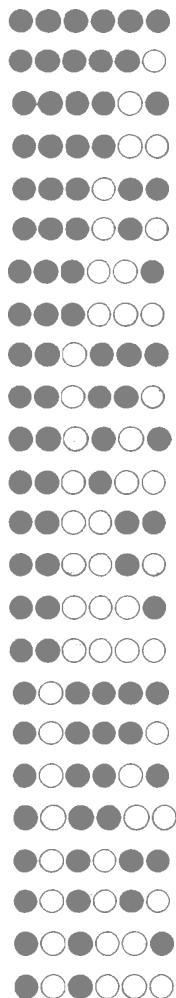
通行本卦序

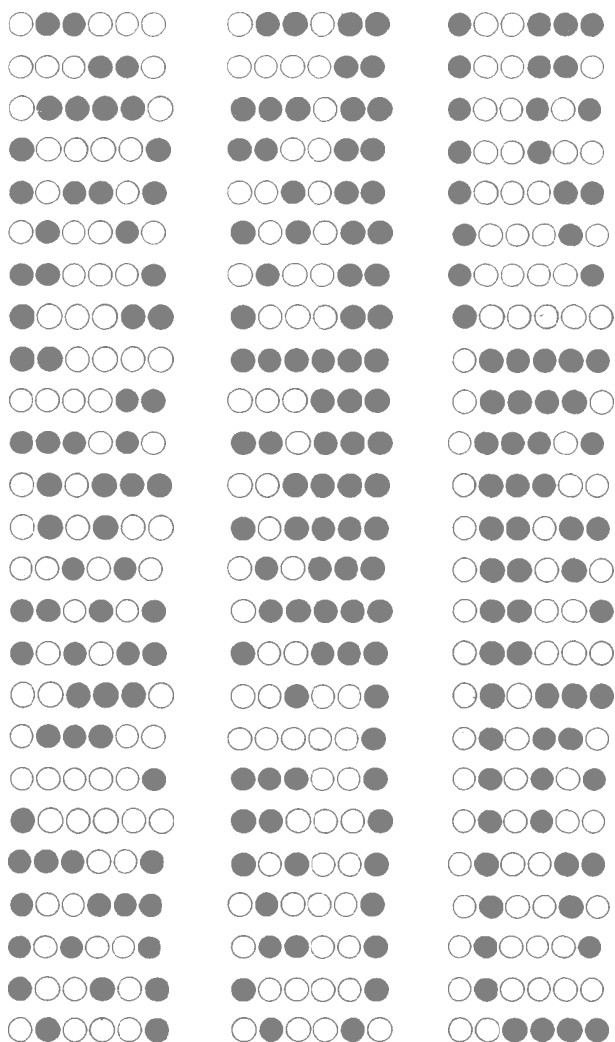


帛书本卦序



邵雍图卦序





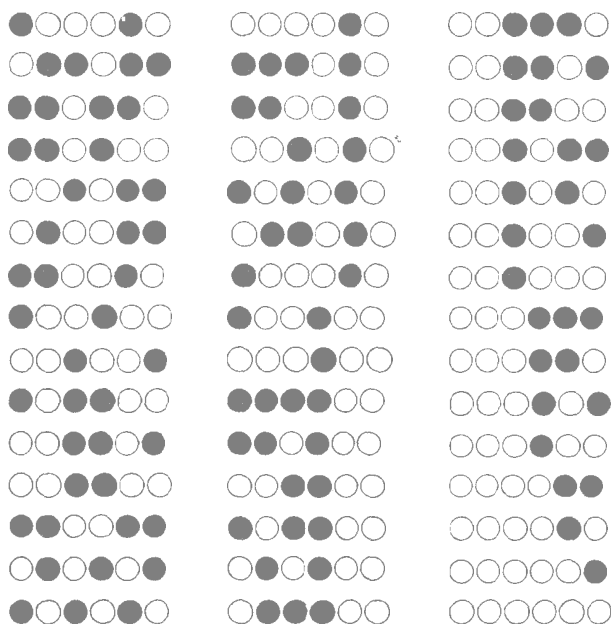


图 1.3.1.1 六十四卦序比较表

这三种不同的卦序表明：邵雍卦序是完美的六位二进制卦序；通行本卦序确如孔颖达所说，“非复即反”，而帛书卦序则无符号的明显规律性的特征。通行本六十四卦序主要以“复”卦（或“综”卦）对的形式出现，只有四卦例外，为“变”卦（或错卦）对。如果，按“变”卦（或错卦）对组合，则六十四卦全部化为三十二对。即使这样，通行本六十四卦序，也缺少“卦对”次序的符号学或数学上的信息。而且今人耿济

已由数学上证明，卦对之间的排列顺序无法确定。①

1.3.2 排列对称性

八卦和六十卦方阵对称排布是易卦符号学的一个重要方面。出土的唐代铜镜已有八卦圆排列的纹饰。但真正的卦象排布研究是从宋代开始的。随着河洛图学的兴起，邵雍开始对八卦和六十四卦的排列问题进行研究。他区分了先天八卦和后天八卦，先天六十四卦和后天六十四卦，依天圆地方说画出六十四卦方圆图。其后卦图成为象数研究的一个重要方面。南宋吴仁杰作《易图说》，元代有俞琰（1258?~1314）著《易图纂要》，解释邵雍的先天图式，雷思齐著《易图变通》，张理著《大易象数钩沉图》，钱义方著《周易图说》。至此易图研究还多为祖述邵雍，自清以来的图书亦多研究河洛图。唯陈孟雷所著《周易浅述》开易图对称排列研究之先河。该书之第八卷为易图说，给出河图、洛书配八卦图，八卦小成图，六十四卦大成图，六十四卦分解图、纵横图，三十六卦错综图等。从对称排列研究讲，其中的方图内外图最有意义，它实质上是典型的对称分析。清代惠栋（1697~1758）在其著作《易汉学》中所绘京房八宫位卦图只显示其飞伏对称性，而江永在其著作《河洛精蕴》中仿京房八宫说所制后天六十四卦图只是另一种形式的飞伏对称排列，都不

●海南大学耿济先生，于1987年在新乡召开的第一届全国数学哲学讨论上提交的论文《（易经）六十四卦中的千古之谜》，对此给出详细论证。

及陈孟雷的工作。

陈孟雷把邵雍伏羲六十四卦图分解为四。薛学潜在其《易与物质波量子力学》中，把用卦名表示的这些图改用符号表示出来，使我们明白邵雍六十四卦图是分层对角交错的对称结构。但卦的交综对称性没有显示出来。他通过行调换而得到的新的六十四卦方阵图，不仅保留了分层对角结构的对称性，而且又显示了分层交综对称性，自综和错综卦分别处于图的两条主对角线上^①

六十四卦方阵排布，就符号对称性说，近人薛学潜式最优，邵雍式次之，八宫卦式再次之。

八卦方位的对称排布比较简单。以错综对称观点对八卦系统进行考察，我们会发现，帛书本规定的八卦方位与邵雍的伏羲八卦方位具有同等的对称性。而《易传·说卦》所规定的八卦方位（即邵雍所谓文王八卦方位）与孔子八卦方位具有相同的对称性。^②

1.4 卦符生成法

卦符生成一直是易学象数理论所讨论的重要内容。这方面最主要的工作表现在各种“卦变”说中。这类研究始于东汉经学家荀爽（128~190），他提出“乾坤升降”说。接下来是虞翻的“卦变”说，继之者为北宋李之才（？~1045）、南宋朱

①董光璧：《易图的数学结构》，上海人民出版社，1987年。

②同上引书。

熹、元代俞琰。“卦变”符号生成法以“爻变”产生“卦变”为基本法则，各种“卦变”说之不同，只在于“爻变”规则之差异。除“卦变”说外，尚有“重卦法”和邵雍的“二分法”等符号生成法^①。这里只介绍“卦变”说。

1.4.1 荀爽乾坤升降说

荀爽创“乾坤升降”说，阐明六十四卦符号都可由乾坤两卦的爻位升降而得。升降说的思想基础源于京房“乾坤者阴阳之根本，坎离者阴阳之性命”的思想。荀爽提出的“升降”原指乾卦九二爻位居坤卦之六五位，而坤卦之六五爻位居乾卦之九二爻位。图 1.4.1.1 所示的就是乾坤两卦的这种二五爻互变图。



图 1.4.1.1 乾坤升降图

乾九二爻居坤六五位为“升”，坤六五爻居乾九二位为“降”。经这样“乾升”“坤降”的“卦变”后，使乾卦之下体（左

^①董光璧：《易图的数学结构》，上海人民出版社，1987年。

边三爻)变为八卦之“离”，而坤卦之上体(左边三爻)变成八卦之“坎”。荀爽称之为“坤五之乾二成离，乾二之坤五为坎”。也就是说，这样的乾坤升降后，乾卦下体和坤卦上体分别成为离卦和坎卦象。

荀爽将这种“二五”升降推广到乾坤两卦其他各爻之间以及其他卦各爻之间的这种阴阳升降，形成由乾坤两卦生成六十四卦的“乾坤生升降说”。

由乾坤两卦生成六十四卦系统的具体程序是，乾坤先生震、坎、艮、巽、离、兑六卦，然后再由它们生成其余五十六卦。他说：

男谓乾初适坤为震，二适坤为坎，三适坎为艮，以成三男也。女谓坤初适乾为巽，二适乾为离，三适乾为兑，以成三女也。

这段话的意思是他在解释《易传·系辞》中“乾道成男，坤道成女”时说的，也是对《说卦》的乾坤父母说的解释。这话应是指八卦系统的生成，我们可以示之为图1.4.1.1。

对于六十四卦的乾坤两卦如何生六子，他并没有十分明确地指明。至于六子又如何生杂卦似乎又没有什么固定的程序。例如他说，坎卦之初六升二而九五降初则变为屯卦，艮卦之二进居三而三降居二则变为蒙，看不出他持什么符号学上的规律。他反复强调乾坤两卦及其二五爻乃六十四卦的基础，但并没有在符号学上提出逻辑理由。他对八卦系统作出卦爻互易的逻辑方法，却又与“升降”无涉。总之，荀爽的六

十四卦卦变说无统一法则，不能令人满意。但他的功绩在于开卦变说之先河，为符号生成理论之先驱。

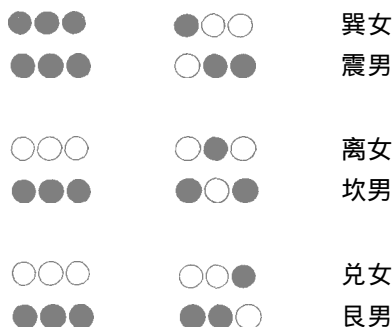


图 1.4.1.1 荀爽乾坤生六子图

1.4.2 虞翻卦变说

虞翻的卦变说包括乾坤父母卦生六子说和十二消息卦变杂卦说。前者仿荀爽，但具体“生”法不同。荀爽之生六子为乾坤两卦同爻位阴阳互换，而虞翻的生六子为六十四卦之乾坤两卦二五爻位阴阳相变，如图 1.4.2.1 所示。乾坤二五爻互变而生坎离两卦，坎离又分别含震、艮和巽、兑，合为六子。此说对符号学说无甚意义。而他的消息卦变杂卦说，则是有意义的。

虞翻取复姤、临遁、泰否、大壮观，由它们的爻位变化

产生之新卦，明显分为一阴一阳之卦组、二阴二阳之卦组、三阴三阳之卦组、四阴四阳之卦组共四组，如图 1.4.2.2--1.4.2.5。

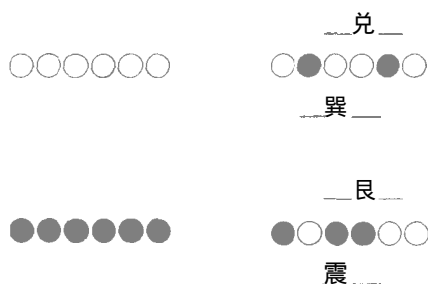


图 1.4.2.1 虞翻乾坤生六子图



图 1.4.2.2 一阴一阳卦

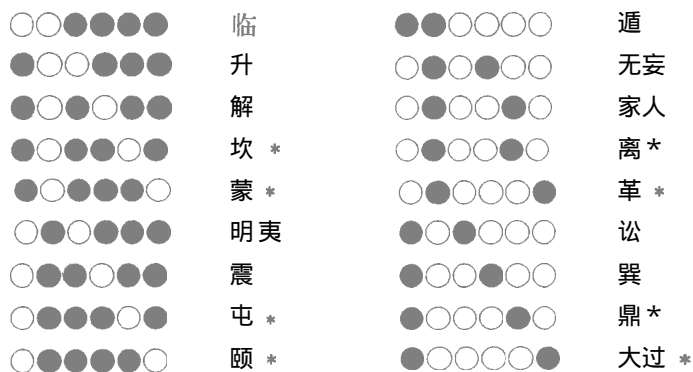


图 1.4.2.3 二阴二阳卦

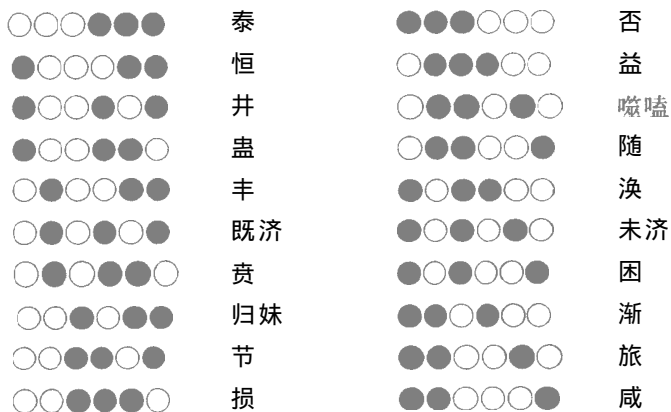


图 1.4.2.4 三阴三阳卦



图 1.4.2.5 四阴四阳卦

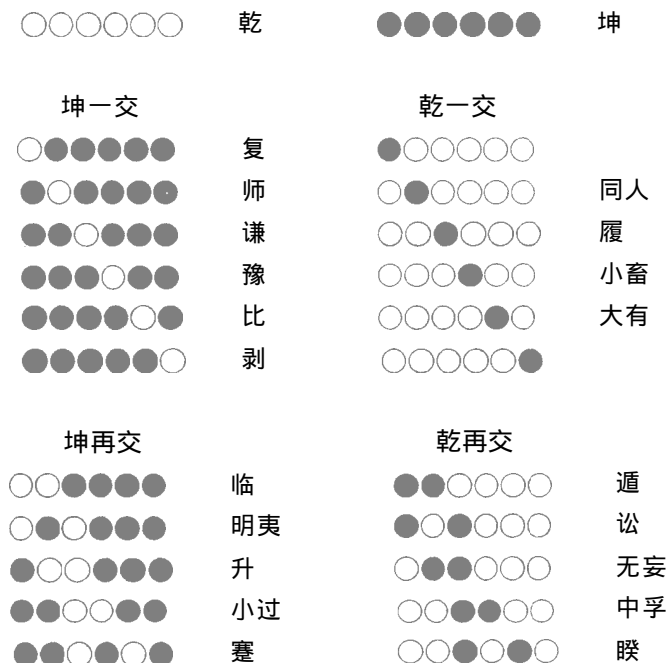
此种卦变说的特点是，卦变所得诸卦皆为“母”卦之“同份异构体”。

虞翻的卦变生卦法，虽然比荀爽的升降生卦法更为系统化，但仍然有不少缺点。第一，其乾坤生六子说与消息卦卦变说无符号学上的逻辑联系；第二消息卦卦变生成的卦有重复和遗漏，坎、离、屯、蒙、鼎、革、颐、大过各出现两次，而乾、坤、中孚、小过不在其中。从符号学说，这种缺点是严重的逻辑失败。而其后李之才的卦变说则克服了这些逻辑上的缺陷。

1.4.3 李之才卦变说

李之才的卦变说是由乾坤两卦生成六十四卦系统。其具体程序是，乾坤初爻生复、姤两卦，由其爻位变化各生五卦；乾坤再爻生临遁两卦，经爻变而各成十四卦；乾坤两卦三爻生泰、否两卦，爻变各得九卦；总合恰为六十四卦。图

1.4.3.1 为李之才卦变说之六十四卦相生图。



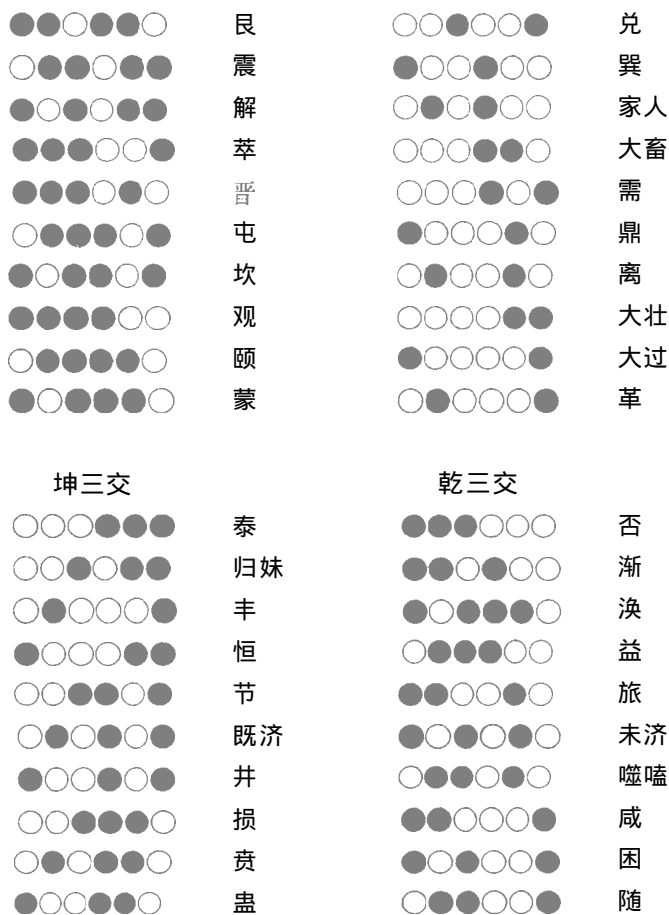
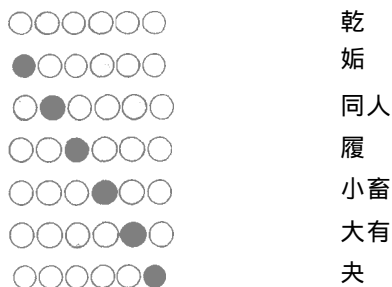


图 1.4.3.1 乾坤三交六十四卦相生图

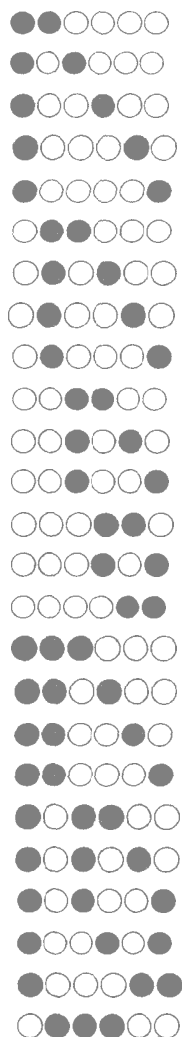
李之才的乾坤三交六十四卦生成法之逻辑精神为邵雍和朱熹所宗。邵雍的“二分”生成法和朱熹的卦变图对此有所体现。^①

1.4.4 俞琰六十四卦升降图

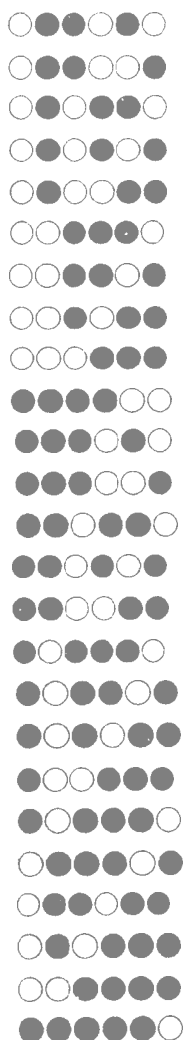
俞琰在其《易外别传》和《谈易举要》中发展的卦变说更富逻辑性。他作“六十四卦菱方阵”以乾、坤、离、坎居中，由乾坤两卦上下长降而生成六十卦。乾卦生一阴至五阴的过程亦即坤生一阳至五阳的过程。如果不考虑阴阳义理，从纯符号学角度说，可以把俞琰的这种“六十四卦升降”视为乾卦从生一阴至生六阴为止的变化过程。下面给出的图 1.4.4.1 就是按这种理解绘出的俞琰六十四卦生成法。



^①有关他们这方面的工作，参见董光璧的《易图的数学结构》（1987 年）。



遁
讼
巽
鼎
大过
无妄
家人
离
革
中孚
睽
兑
大畜
需
大壮
否
渐
旅
咸
涣
未济
蛊
井
恒
益



噬嗑

随

贲

既济

丰

损

节

归妹

泰

观

晋

萃

艮

蹇

小过

蒙

坎

解

升

颐

屯

震

明夷

临

剥

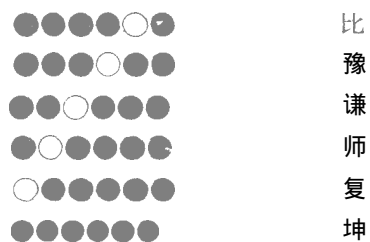


图 1.4.4.1 六十四卦升降图

第二章

易数之谜

“数”在中国传统文化中扮演了重要角色。但它是一个不易解释的概念。庄子曾说：“得之于手而应于心，口不能言，有数存其间。”“数”的涵义似乎包罗万象，有较易解的“历数”“律数”之类也有深奥的“天数”“运数”之类，甚至还有伦理意味的“礼数”“气数”等。何丙郁从现代的观点把“数”分为“数学”和“数字学”两类；“易数”被归属于“数字学”范畴。^①

易数主要涉及卦象之奇、偶分析和筮法。《易传》首先提出“大衍数”、“万物数”等涵义深奥的名词，还引入“倚

①何丙郁：《从科技史的观点谈传统思想中的数》，《第二届科学史讨论会集刊》，台北，1989年，第9~16页。

数”“极数”“逆数”等有关“数”的基本观念。后世易学家们对这些词语的理解和发挥，由于把它们与阴阳五行、河图洛书、天文律历等相联系，不仅产生诸多种类的“术数”和“术数”，而且形成了各种宇宙数字模式。几千年来，易学关于“数”的起源、性质、作用等的讨论，还形成了一种形而上学——数理哲学。至今，人们还未能对曾经广泛影响及中国文化的“易数”有较为深层的理解。作为易学科学史，我们的讨论范围仅涉及它同科学较为密切的部分，并力图剖析“易数”之神秘文化、揭示其科学内涵。

2.1 大衍数解

《易传·系辞上》载有：“大衍之数五十，其用四十有九。”后人对此作出种种附会。京房用十天干、十二地支和二十八宿三个数字合为五十解释它。马融（79~166）用太极、两仪、日月、四时、五行、十二月、二十四节气合数为五十解释它。荀爽用八卦各六爻加乾坤二用之数解释它。刘歆（?~23）用元、春秋、三统、四时之合数十乘五解释它。唐崔憬用八卦序数兑二、艮三、坎五、坤六、震七、巽八、乾九、离十合为五十解释它。邵雍用天地之数二十五的倍数解释它。朱熹用河图中宫五乘地十合为五十解释它。诸多解释不一，令人无所适从。作为易学科学史，我们只介绍那些多少具有点数学意义的解释。

2.1.1 大衍数勾股解

大约成书于西汉时期的《周髀》是一部阐明盖天说和四分历的天文学著作。该书最早引用勾股定理。书之首章言昔周公与商高对话。周公问：“天不可阶而升，地不可得尺寸而度。请问数安从出？”商高答：

数之法出于圆方，圆出于方，方出于矩，矩出于九九八十一。故折以为勾广三，股修四，径隅五。既方其外半其一矩，环而共盘得成三四五。

这就是商高定理之源。其意为：勾方加股方等于弦方，亦即 $3^2+4^2=5^2$ 。这里的勾股弦各自乘之合数，恰合大衍之数五十。尚未查清何时何人首先将这巧合作为大衍勾股解，近代杭辛斋(1869~1924)的《易数偶得》中已有“勾股自乘合大衍数”的理解，并给出大衍之数勾股图（图 2.1.1.1）。其后王寒生所著《太极图》持此解。

今人刘毓章沿此思路研究，得大衍用数的勾股解，并在其著作《易经之数理思想》中。他先作一每边各为七的正方形，再分割为长宽分别为四和三个的四个矩形，将这四个矩形的四条对角线连成一个新正方形，则形成八个全等直角三角形，并且它们都满足商高定理。图 2.1.1.2 为他给出的大衍用数四十九的勾股弦图。他想借此说明，大衍用数也寓勾股之理。

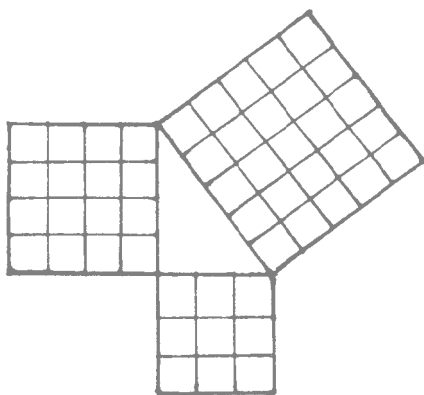


图 2.1.1.1 大衍之数勾股弦图

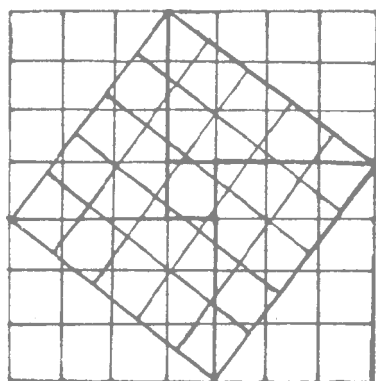


图 2.1.1.2 大衍用数勾股弦图

刘毓章此大衍数勾股弦图的意义，与其说是大衍数勾股解，倒不如说提供了一种勾股定理证明的特例。此实为三国时代赵爽在注释《周髀》时所提出的证明之一特例。他的 540 个字的“勾股圆方图注”给出了这种证明法。

2.1.2 大衍用数图解

杭辛斋不满意自古以来的“大衍五十，虚一不用”的臆拟之词，在其《易数偶得》中给出一 $9 \times 9 = 81$ 的方格图（图 2.1.1.3），以说明大衍之数五十乃阴阳各半。

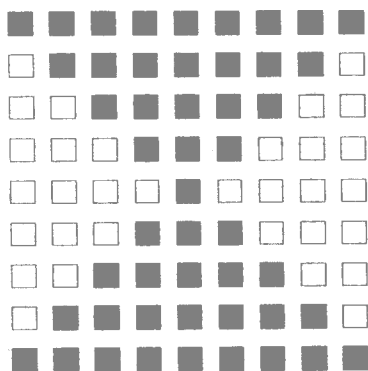


图 2.1.2.1 大衍用数合阴阳解

图中所示一三五七九阶梯阴阳各半，且各二十四，中间之“一”乃阴阳各半，合而为四十九。为清楚他的思想，我们摘引其论述如下：

读者需知大衍之数五十，乃一阴一阳各得其半焉，二十五乃一三五七九之积，今以两个一三五七九相对，则一阴一阳各得二十四，而中间之一乃阴阳各半平分，合之只有四十九。所以分而为二之后，必须挂一，即此一也。挂一以后阴阳之数乃适得其半，观图可了然矣。

2.1.3 大衍之数筮法解

今人欧阳维成提出大衍之数五十的释法解释。①他认为，为了增加占筮的神秘感，总是要把分蓍成卦法设计得稍复杂一点，但又不能复杂到难于掌握之程度。从分蓍成卦筮法的操作程序分析，他数学地证明，用 50 根蓍草是最佳选择。

他首先从筮法实践中归纳出筮法的两个原则：第一，要操作可行，这要求蓍草数适量；第二，要为释卦提供必要的灵活性，这要求“变爻”概率适中。

①欧阳维诚：《周易 与现代数学的联系及其应用》，《周易与现代化》第 151—158 页，段长山主编，中州古籍出版社，1992 年。

按筮法程序“四营十八变”；三变“产生一爻”。三变“结果的筮数只能是六七八九四数之一。七与九取阳爻，六与八取阴爻。但九和六对应“变爻”，即“逢九变八，逢六变七”。

变爻概率可以估算，如果最初蓍草数计为 $N=4n+2$ ，对于 50 根蓍草 $n=12$ ，那末出现变爻的概率 p 为：

$$p = \frac{(n-1)(2n-6)(2n-10)(4n-5)}{(4n-1)(4n-5)(4n-9)(4n-17)} + \frac{3n(2n-1)(2n-3)(4n-17)}{(4n-1)(4n-5)(4n-9)(4n-17)}$$

设定 $N=50$ ，则 $n=12$ 由上式可算得 $p \approx 0.27$ 。可以数学地严格证明，取 $n=12$ 是最佳选择。这里只作定性介绍。

《国语》记载 16 例占筮，出现变爻者 14 例，约占 87.5% 其中多于三个变爻的仅 1 例，为 6.3%。理论估算的变爻概率与此值甚为接近。“四营十八变”生成一个六爻卦，相当于 6 次伯努利试验。根据伯努利试验的概率分布公式计算， $n=12$ 时，谋著而得的六爻卦中至少出现一个变爻的概率为 85%，多于三个变爻的概率则只有 5%。

从公式看，变爻概率 p 随 n 而变。 n 增大则 p 减少， n 减小则 p 增大。当 $n < 12$ 时，对一个变爻说 p_1 增长的幅度已无明显效果，三个变爻的 p_3 则显著增加；而当 $n > 12$ 时则 p_1 会明显减少，而 p_3 的减小则不显著。正如严格证明的结果，定性理解也是 $n=12$ 最可取。也就是说对于大衍衍

法，大衍之数为 50 是最佳选择。

2.2 筮法数学

《易传·系辞》将占筮视为《易》的“四道”之一，而荀子则主张“善为易者不占”（《荀子·大略》），而后世传易之书大多与占筮相关。作为民间习俗流行的“易经”主要是占筮活动。反对占筮的历代易学家也未能制止占筮之流传。南宋数学家秦九韶（1202 / 1209 ~ 1261）发现大衍筮法的同余结构，首创“大衍求一术”而揭去其神秘的外衣。近人对筮法的分析证明，它根本不具预测学的意义，倒是富有对策论的原始思想。

尽管筮法早就流传，直到朱熹才对《易传·系辞》中有关筮法的文字作出规范性的陈述，并为后世传习。

《易传·系辞上》第九章有：

大衍之数五十，其用四十有九，分而为二以象两，挂一以象三，揲之以四以象四时，归奇于扚以象闰，五岁再闰，故再扚而后卦。乾之策二百一十有六，坤之策百四十有四，凡三百有六十，当期之日。两篇之策万有一千五百二十，当万物之数也。是故四营而成易，十有八变而成卦。

这段话历来被认为是讲述筮法的。有宋以来，关于这种占筮法的具体操作程序，似乎也已成为定论。按朱熹《周易本义》记载，大衍之数五十被视为五十根蓍草，取出一根不

用，余四十九根为用数，故谓“其用四十有九”。“衍”同“演”，其衍法程序是“四营十八变”。所谓“四营”，即“分而为二以象两”（简称“分二”）；“挂一以象三”（简称“挂一”）；“揲之以四以象四时”（简称“揲四”）；“归奇于扚以象闰”（简称“归奇”）。具体“营”法是：第一营将四十九根蓍草任意分成要部分 a 和 b ，第二营取出 a 中之一根，第三营将 $a-1$ 和 b 分别四四数之，第四营将三营余蓍夹在指间。二分、挂一、揲四、归奇四营合为一变。一变之后，去其挂一、归奇诸数，将其余蓍再按“四营”程序操作一遍，此为第二变。二变之后再将其余蓍草按四营程序进行第三变。三变结果，去挂扚之数后所余总策数必为四的六、七、八、九之倍数。此六、七、八、九四数称为“四营数”。以数定爻，九为老阳，七为少阳，六为老阴，八为少阴。筮法的另一要点是“变爻”。变爻的操经近人高亨的工作才变得眉目清楚。他在其《周易古经今注》（1984 年）中阐明，由成卦法所得“本卦”变“之卦”的程序由天地之数 55 与四营数合之差决定。自本卦初爻往上数，然后又自上而下，反复进行直到数至“差数”为止，此即本卦宜变之爻。“逢九变八，逢六变七”而得之卦。

这样一种筮法的设计是有其数学机巧的。对筮法的科学研究发现了它的数学结构及其某种程度上的科学意义。

2.2.1 大衍数与大衍术

对于大衍筮法，在宋秦九韶之前，没有人研究过它的数学结构。秦九韶首先发现它属于一类数学问题，我们现在称

之为‘同余问题’，。秦九韶认识到在历史上它是这类问题的首例，所以将这类问题命名为“大衍类”，他发明的求解这类问题的方法也称之为“大衍术”。秦九韶在其《数书九章》中将筭法作为大衍类的第一个例题，并名之为“蓍卦发微”。在这个例题中，他所研究的筭法与上述共识的筭法稍有差别，他把“揲四”理解为一一数之、二二数之、三三数之、四四数之。这并不改变筭法的同余结构这一本性。

秦九韶讨论的“大衍类”问题，按现代数理论它属于一次同余式问题：

$$X_i \equiv r_i \pmod{i}, \quad (i=1, 2, 3, 4, \dots)$$

解这类问题的核心方法是“大衍求一术”。其方法为：

术曰：置诸元问各数，依连环相约求得各定母。复置各定母依连环相乘求得各衍母及衍数。置各奇数，以乘率乘之，得各用数。乃置元问各剩数，各以用数乘之为各总。以各总并之为总数，满衍母去之，余即所求数也。

如果我们将定母记为 D ，衍母记为 M ，衍数记为 S ，奇数记为 G ，乘率记为 C ，用数记为 E ，剩数记为 H ...
...，那末上述这段话可用现代同余式语言表达为如下诸式：

$$S = \frac{M}{D}$$

$$S \equiv G \pmod{D}$$

$$CG \equiv 1 \pmod{D}$$

$$\sum R_i C_i S_i \equiv H \equiv N \pmod{D}$$

N 为所求之数。大衍求一术的关键一步是解一次同余式

$$CG \equiv 1(\text{mod } D)$$

来华传教士伟烈亚力 (A.Wylie, 1815~1887) 在《字林西报》(North China Herald)上发表《中国科学记述》，首次把秦九韶的大衍术及其“蓍卦发微”例题介绍给欧洲人。1875年，德国学者马蒂生 (L.Matthiessen, 1830~1906) 指出秦九韶的大衍术与高斯 (C.F.Gauss, 1777~1855) 1801 年的同余理论等价。自本世纪 20 年代以来，中国数学家多人对大衍术作过研究，确认作为大衍术的核心的“大衍求一术”为一次同余式解法。

这里我们不妨用现代同余理论表达朱熹《周易本义》所载筮法的同余结构。

记大衍数 50 为 N ，用数 49 为 $N-1$ 。并令

第一变

“分二”表为： $N_1 = a_1 + b_1$,

“挂一”表为： $a_1 - 1$,

“揲四”表为： $a_1 - 1 \equiv r_{a1}(\text{mod } 4)$

$$b_1 \equiv r_{b1}(\text{mod } 4)$$

“归奇”表为： $R_1 = r_{a1} + r_{b1}$

运用同余式加法得 $N_1 - 1 \equiv R_1(\text{mod } 4)$ 。

第二变

令 $N_2 = N_1 - (R_1 + 1)$ 。如同第一变。我们有

$$N_2 = a_2 + b_2$$

$$a_2 - 1 \equiv r_{a2}(\text{mod } 4)$$

$$b_2 \equiv r_{b2}(\text{mod } 4)$$

$$R_2 = r_{a2} + r_{b2}$$

$$N_2 - 1 \equiv R_2 \pmod{4}$$

第三变

令 $N_3 = N_2 - (R_2 + 1)$, 则有

$$N_3 = a_3 + b_3$$

$$a_3 - 1 \equiv r_{a_3} \pmod{4}$$

$$b_3 \equiv r_{a_3} + r_{b_3}$$

$$N_3 - 1 \equiv R_3 \pmod{4}$$

令 N_4 为营数, 则有 $N_4 = N_3 - (R_3 + 1)$

$$N = N_4 + 1$$

$$= N_2 + R_1 + 2$$

$$= N_3 + R_1 + R_2 + 3$$

$$= N_4 + R_1 + R_2 + R_3 + 4$$

令 $R = R_1 + R_2 + R_3$ 则

$$N = N_4 + R + 4$$

因为为营数, 是 4 的倍数, 所以有

$$N \equiv R \pmod{4}$$

对上述筮法 R_1 的可能值为 4 或 8, R_2 的可能值为 3 或 7, R_3 的可能值也为 3 或 7。所以 R 有四种可能值: 10, 14, 18, 22。因为 $N = 50$, 上式成立, N_4 的可能值为: 36, 32, 28, 24。于是《周易》筮法成卦法同余结构的证明被完成。

如果作更一般的讨论, N 不限 50, 模不限于 4, R 也不为上述 4 种可能值, N_4 亦不必限上述规定。按照 $N - R - M \equiv 0 \pmod{m}$ 设计各种可能的同类筮法。沈宜昌在其《科学无玄的周易》(1984 年) 中就设计了各种筮法。

2.2.2 占筮期望值

今人丁润生借助英国数学家文恩(John Wenn, 1834~1923)创造的集合论中使用的文恩图,表示六十四卦,根据卦的并、交、包关系之统计概率计分,并依托“人文”意义加减分,把卦分为三类九等。^①

丁润生以 a , b , c 分别表示地、人、天。以 aRb 表地人关系,以 bRc 表示人天关系,以 cRa 表示天地关系。它们分别对应于易学中的“三才”：“地才”、“人才”、“天才”。令这“三才”与卦爻有图 2.2.2.1 所示的对应关系。

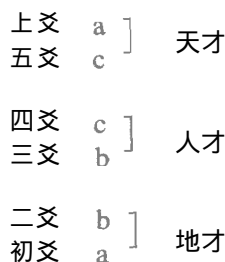


图 2.2.2.1 卦爻与三才对应关系

运用集合的并 \cap 、交 \cup 、包 \supset 运算,规定 \cap 体现阳、 \cup 体现阴、 \supset 体现内阴外阳、 \subset 体现外阳内阴,并用文恩图表

① 丁润生：《易卦的文氏图式与期望值判定》，段长山主编《周易与现代化》，中州古籍出版社，1992 年，第 244~249 页。

示，则有“三才”与四象的对应关系图 2.2.2.2。



图 2.2.2.2 三才与四象对应图

按照三才与四象的对应关系可以很容易地画出六十四卦的文恩图。例如，乾、坤、震、艮、坎、离、巽、兑八纯卦与文恩图的对应关系为图 2.2.2.3。

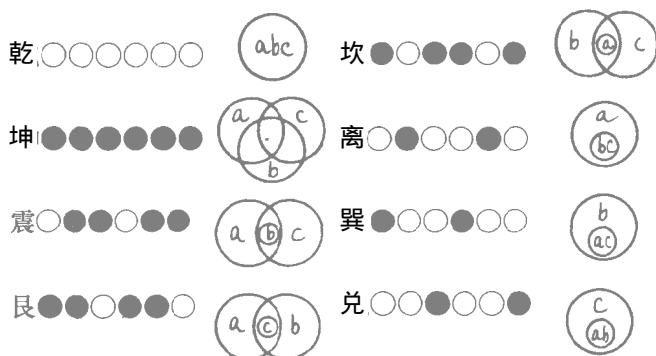


图 2.2.2.3 八纯卦文恩图

丁润生根据文恩图的并、交、包关系对六十四卦进行分类统计。每卦中的天、地、人“三才”都包含两两运算三次，六十四卦共包含 $64 \times 3 = 192$ 次运算。计算各类卦的统计概率，以其倒数为分值，并根据爻位的阴阳和谐与否加减分，得一张六十四卦等次期望值表。

丁润生的六十四卦期望值表与刘蔚华根据卦爻辞所作的吉凶等级统计大体相近^①。但这尚不能说明，《易》的缀文与卦符有严格的逻辑关系。因为丁润生的这一工作并非完全是符号的逻辑分析。加进了“阴阳和谐”等价值观念。而且，三才符号的设定不具唯一性，比如我们可以采用 $a b c a b c$ 的对应，这时结果就可能另是一样了。丁润生的研究总归是一种创新。他的科学精神在于探讨形式与经验内容的对应规则。

① 刘蔚华：《中国哲学》第六辑。

等 次		分值	卦 名	卦数	%
上卦 23.5%	上上	64	乾坤	2	3
	上中	20	益咸	8	12
		18	小过、观、临、中孚、遁、大壮		
	上下	16	旅、涣、泰	3	8
中卦 53%	中上	13	大有、小畜、谦、师	7	11
		12	节、丰、否		
	中中	11	萃、兑、震、革、无妄、屯	12	19
		10	随		
		9	归妹、履、同人、比、豫		
	中下	8	渐、恒、损	15	23.5
		7	需、晋、讼、睽、蹇、离、坎、家人、解、明夷、大过、颐		
下卦	下上	6	困、噬嗑	4	6
		5	剥、姤		
	下中	3	大畜、艮、巽、蒙、升	8	12.5
		2	未济		
		-1	鼎		
		-2	既济		
	下下	-6	贲、井	3	5
		-10	蛊		

图 2.2.2.4 六十四卦等次期望值表

2.2.3 筮法决疑论

卜筮决疑活动起源很早且很广。《书经·大禹谟》记载舜禅让禹的传说，有禹依卜决定的谦词“枚卜功臣，惟吉之从”。舜对此的答复是：“官占惟先蔽志，昆命于元龟，朕志先定，询谋僉同，鬼神其依，龟筮从，卜不习吉”，认为明人之断天意从之，卜筮只有辅助决疑的作用。《春秋》中有许多卜筮记录，并对其“决疑”作用有所论述：“卜以决疑，不疑何卜。”在《易传·系辞》的作者看来，《易》的重要作用之一是“断天下之疑”。司马迁（145/135B.C.- ?）承袭了卜筮决疑观，他在《史记·龟策列传》中写道：“蛮、夷、狄、羌，虽无君臣之序，亦有决疑之卜。或以全石，或以草木，国不同俗。”总之，《周易》筮法是古人根据卦象及其卦爻辞进行“决疑”的一种程序。

如果这种程序的数学结构是完全随机的，那末决疑也就毫无科学意义了。周克前通过对筮法的分析发现，在成卦过程中有意识地控制成卦并非不可能。^①

如果成卦程序是真正随机的，那末产生老阳、少阳、少阴、老阴这四营数的概率应分别为： $12/64$ ， $28/64$ ， $20/64$ ， $4/64$ 。粗看起来“四营十八变”操作好像是随机的。其实“分二”过程是可控制的。第一变的结果只能是 40

①周克前：《周易筮法试演阙疑》李树菁等主编《周易与现代自然科学》，中国社会科学出版社，1990年，第313~319页。

或 44。关键在于手中的蓍草是否为 $n \times 4$ 策 ($n < 12$)，若是，则结果为 40，否则为 44。这是可以有意识地做到的。而且在第二和第三变的“分二”过程中还可以继续调整。详细分析表明，这种控制允许 ± 1 根的误差。

变爻过程的控制要复杂一些。因为不仅对成卦的阴阳爻是否是变爻要控制，而且对卦的营数也要控制。但原则上说，控制仍然是可能的。这可以在计算机上试验。

基于上述分析，他作出如下结论性的意见：

若前面所述不谬，即筮人在反复实践中可以悟到控制成卦结果之法（文王演周易或许正是琢磨这种方法），并确可通过玩弄手法而付诸实施，以占筮形式来假借天意，那么，《周易》卦辞爻辞就可能不完全是随意拈来，而是有意选取的。这意味着古人利用《周易》经传中的内容可以有一定的自觉因素，而不是完全盲目的。完全盲目地应用，恐怕很难经久灵验，也就很难相传千古。

基于这种看法，作者认为，《周易》筮法实际上并不是在预测，而是根据形势选择策略。因此，它不具有预测学的意义，倒是萌有与现代对策论（博弈论）相类似的思想。与田忌赛马对策相比，六十四卦系统可以视为一个“对策矩阵”。这一对策矩阵是不能随机地加以利用的，而必须审时度势在先。

2.3 河洛理数

“河图”一词最早见于《尚书·顾命》：“赤刀、大训、宏璧、琬琰在西序；大珪、夷玉、天球、河图在东序。”郑玄注说：“图出于河，帝王者之所受。一有洛书二字。”此为河洛最早出于《尚书》之由。但《尚书》这段记载，似乎河图是某种天文仪器。而《论语·子罕》所载孔子说“凤鸟不至，河不出图，吾已矣夫”，似乎河图为某种吉祥物。《易传·系辞》的“河出图，洛出书，圣人则之”始把河洛同《易》联系起来。但这里的“河图”显然受到了《论语》的影响，已有几分神秘。西汉刘歆把《易传·系辞》中的话具体化为“伏羲氏继天而王，受河图，则而画之，八卦是也。禹治洪水，赐洛书，法而陈之，洪范是也。”（《汉书·五行志》）。西汉扬雄进而把河洛视为《周易》之源：“大易之始，河序龙马，洛贡龟书。”（《核灵赋》，李善《文选》注引）。刘歆、扬雄之见影响及纬书大讲河洛，郑玄注纬书又加渲染：“河以通乾出天苞，洛以流坤吐地符。河龙图发，洛龟书成。河图有九篇，洛书有六篇。”（《周易集解》）河图洛书不断升级地被神化，大概与汉代天人感应论的影响有关。

直至宋代以前，尽管人们还在谈论河图洛书，但谁也不明了它们的具体内容。北宋道士陈抟（871?~989）发展易学图说，所著《龙图易》作为宋代河洛学说之先身。开河洛数理之先河。《龙图易·序》提出天地之数三变而成龙图，说明八卦起源于龙图。刘牧继陈抟之学，著《易数勾隐

图》。因龙图易第三变可合成五行生成图和九宫图两种龙图图式。刘牧取图九书十说，即以九宫为河图而以五行生成图为洛书。此后朱震（1072~1138）、李觏（1009~1059）从刘牧，而邵雍、蔡元定（1135~1198）则沿关朗《易传》取书九图十说。南宋朱熹定书九图十，附其《周易本义》之首，因其权威地位而相传至今。

我们所关心的是，在河洛学说发展史上所出现的数学思想及某些发明创造。它涉及数论和几何学的一些问题。前者主要是从九宫说引导致纵横图的研究，后者只反映出对平面几何和解析几何的某些粗浅的认识。

2.3.1 九宫说与纵横图

汉初成书的《大戴礼记·明堂》首次将相传的明堂九室配以九个数字：“明堂者古有之也。二九四，七五三，六一八。”其九数代表九室方位。^①

西汉哀平之际成书的易纬《乾凿度》下卷最后部分，将筮法四营数六、七、八、九用于说明气的运动变化规律。在筮法七、九为阳，六、八为阴。《乾凿度》把这种奇偶与阴阳对应的规则推广，规定阳气的变化流向为一、七、九，阴气变化的流向为二、六、八。且看其中的一段话：

阳动而进，阴动而退。故阳以七，阴以八为

^① 见董光璧：《易图的数学结构》，上海人民出版社，1987年。

象。易一阴一阳，合而为十五之道。阳变七之九，阴变八之六，亦合于十五，则象变之数若一也。阳动而进，变七之九，象其气之息也。阴动而退，变八之六，象其气之消也。故太一取其数以行九宫，四正四维皆合于十五。五音六律七宿，由此作焉。

在这里，作者的意图是，以阴阳数的九、六配伍和七、八配伍皆十五，解释《易传·系辞》中的“一阴一阳之谓道”。可是“太一取其数以行九宫 四正四维皆合于十五”一语，实质上构造了一个规则的数字图。

东汉郑玄（127~200）和扬雄的五行方位数所构造的数字图却没有这种规则性。郑玄将天地数与五行对应，通过一番解释提出：天一生水于北、地六成水于北，地二生火于南、天七成火于南，天三生木于东、地八成木于东，地四生金于西、天九成金于西，天五生土于中、地十成土于中。于是一六代水示北方，二、七代火示南方，三、八代木示东方，四、九代金示西方，五、十代土示中央。如以图示之，它是十字形排布的数图，纵向合数与横向合数不等。而扬雄的太玄五数行，除了以数表方向外，还示季节。三八为木，为东，为春；四九为金，为西，为秋；二七为火，为南，为夏；一六为水，为北，为冬；五十为土，为中，为四维。同郑玄的五行生成说一样，扬雄太玄五行所画出的数图也是不具对称美的，纵横数不等。这就使我们更加重视九宫数的“四方四维皆十五”的概括。

郑玄创造五行生成数，从数学对称上看不可取，但他对“太一行九宫”的注释却功不可没：

太一者，北辰之神名也。居其所，曰太一常；行于八卦日辰之间，曰天一，或曰太一。出入所游息于紫宫之内，其星因以为名焉。故《星经》曰：“天一，太一，主气神。”行，犹待也。四正维四维，以八卦神所居，故亦名之曰宫。天一下行，犹天子出巡狩，省方岳之事，每卒则复。太一下行八卦之宫，每四乃还中央。中央者北辰之所居，故谓之九宫。天数大分以阳出，以阴入。阳起于子，阴起于午。是以太一下九宫，从坎宫始。坎，中男；始亦言无适也。自此而于坤宫。坤，母也。又自此而从震宫。震，长男也。又此而从巽宫。巽，长女也。所行者半矣，还息于中央之宫。既又自此而从乾宫。乾，父也。自此而从兑宫。兑，少女也。又自此而从于艮宫。艮，少男也。又自此从于离宫。离，中女也。行则周矣，上游息于天一，太一之宫，而反于紫宫。行从坎宫始，终于离，数自太一行之坎为名耳。

这段话摘其要说，太一神下行九宫的顺序是坎 1、坤 2、震 3、巽 4、中 5、乾 6、兑 7、艮 8、离 9。

根据汉代人依《易传·说卦》所认定的八卦方位，可绘出郑玄注所述九宫方位图和太一行九宫的次序图。❶

这样，太一行九宫的顺序与八卦方位对应，就产生了以

❶ 见董光璧：《易图的数学结构》，上海人民出版社，1987年。

数字表示方位的思想。类似的思想在《黄帝内经素问》中也时有出现。其中就有用“三、九、七、一、五”五个数字代表“东、南、西、北、中”五方论灾眚的话，如卷二十一“五常政大论”中“眚于三”、“眚于九”、“青四维”、“眚于七”、“眚于一”等话；卷二十一“六元正纪大论”中有“灾七宫”、“灾五宫”、“灾一宫”、“灾九宫”等语。其数字方位与太一九宫数一致。至东汉太一九宫数已很流行。略去各种神秘不说，我们关心的是其中所反映的数字规律。太一九宫数排布表达的数字美在于各行列和对角数字和都为 15。东汉数学家徐岳著《数术记遗》，（一说为北周甄鸾托伪）记载的数学方法，有积算数、太一数、两仪数、三才数、五行数、八卦数、九宫数、运筹数、了知数、成数、把头数、龟算、珠算心、算等，“九宫数”和“太一数”被列入其中。关于“九宫算”说：“阳动而进，变七之九，象其气之息也；阴动而退，变八之六，象其消也。故太乙取其九数，以行九宫，四正四维，皆十五。”而东汉张衡（78~139）则认为九宫说和卦气说都属于占术之类。他上疏说：“臣闻圣人明审律历，以定吉凶，重之以卜筮，杂之以九宫。……且律历卦气，九宫凤角，数有征效，世莫肯学。”（《后汉书·张衡传》）

南北朝时期甄鸾于《数术记遗》中以神龟形象注九宫说：“二四为肩，六八为足，左三右七，载九腹一，五居中央。”此说完全合“九宫数”排列。唐代王希明著《太一金镜式经》也说：“九宫之义，法以灵龟，以二四为肩，六八为足，左三右七，载九腹一。”但却把太一“行九宫”改为“行八宫”，其行宫顺序也改为乾 1、离 2、艮 3、震 4、兑 6、坤 7、坎 8。而且八宫方位也完全不袭汉代，而是如图 2.3.1.1 所示。

从经义方面说，这也许是一种“褻渎”，遭后世大儒黄宗羲（1610~1695）批驳。但就数字规律性而言，八宫数与九宫数几乎一样美。图 2.3.1.2 给出的八宫数比九宫数稍逊，但仍然有两种对称性：四正四维皆为 10，四边皆为 15。

巽	离	坤
震		兑
艮	坎	乾

图 2.3.1.1 太一金镜式八宫方位

4	9	2
3		7
8	1	6

图 2.3.1.2 太金镜式八宫数图

北宋陈抟龙图三变而转变为河图洛书，其数图也表现了数学美。《龙图序》提出的龙图三变说是：一变为天地未合之数，二变为天地已合之数，三变为龙马负图之形。

第一变：

始龙图之未合也，惟五十五数。上二十五，天数也。中贯三五九，外包之十五，尽天三天五天九并十五之位，后形一六无，又显二十四之为用也。兹所谓天象矣。下三十，地数也，亦分五位，皆明五之用也。十分而为六，形地之象焉。

这里把数字转变为黑点和白点的排列图。论个数，天、地数纵横为 15 和 18，也体现了一种数学美，以醒目的点图出现，图 2.3.1.3~ 2.3.1.4。

第二变：

六分而成四象，地六不配。在上则一不配，形二十四。在下则六不用，亦形二十四。

依此说得图 2.3.1.5~2.3.1.6 此图已无数学对称美。

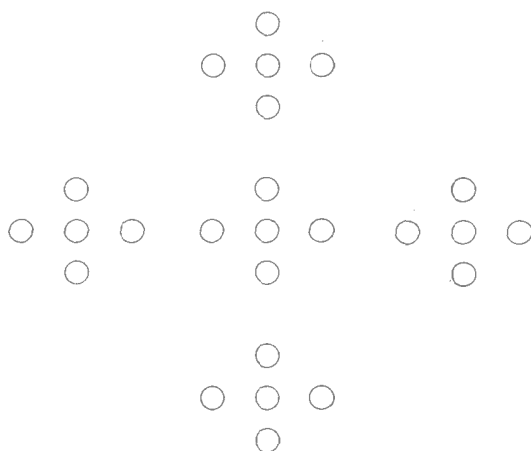


图 2.3.1.3 天数

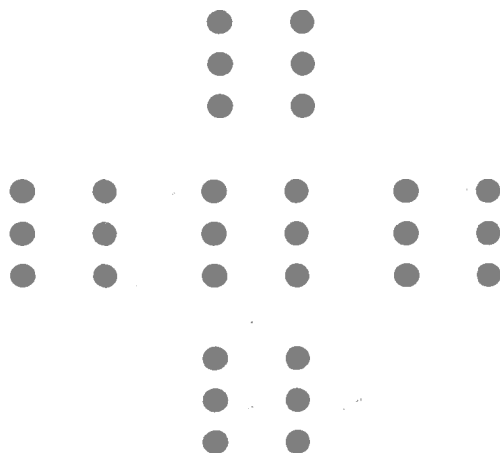


图 2.3.1.4 地数

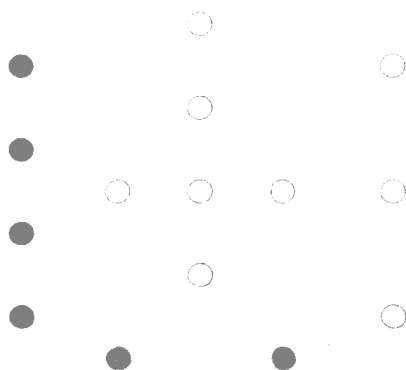


图 2.3.1.5

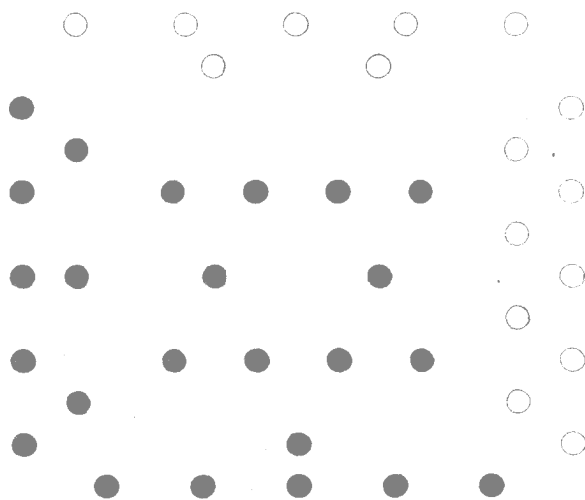


图 2.3.1.6

第三变：

后即合也，天一居上为道之宗，地六居下为地之本，三千地二地四为之用。三若在阳则避孤阴，在阴则避寡阳。大矣哉！龙图之变，歧分万途。今略其梗概。

依此说二变所得的两图 上下相合或相交各得一图式。前者为图 2.3.1.7，后为图 2.3.1.8。

刘牧把“九宫数”与龙图联系起来：

昔者宓戏氏之有天下，感龙马之瑞，负天地之数，出于河图，是为龙图者也。载九履一，左三右七，二与四为肩、六与八为足，五为腹心，纵横数之，皆十五。盖易系辞所谓参伍以变，错综其数者也。太皞乃则象之，遂因四正，定五行之数。以阳气肇于建正，为发生之源；阴气萌于建午，为肃杀之基。二气交通，然后变化，所以生万物焉。

我们关心的是数字规律而不是其中的“道理”。所以这里不谈宋代关于龙图两个图式何者为河图、何者为洛书的争论。我们称道元人张理，他著《易象图说》强调纵、横、斜相加皆十五。南宋杨辉著《续古摘奇算法》（1275 年），始将河图、洛书作为数学对象加以研究，发展河洛数图，构造了 20 个纵横图，包括三行、四行、五行、六行、九行、十

行的纵横图。并且，还提出数学地构造洛书数图的十六字口诀“九子斜排，上下对易，左右相更，四维挺出”，以及其他数图的排法，如四行纵横图的“换易术”。其后，明王文素的《算学福鉴》（1524 年）和程大位 1533~1593 的《算法统宗》（1592 年）等数学书也记载了不少纵横图。清代江永与众不同，大概出于数学图的对称美，硬是把流行的不对称之河图数“变体”形成两幅对称的河图。图 2.3.1.9 和图 2.3.1.10 这两幅河图变体图，使河图也具有纵横数相等对称美。前者纵横皆 30，后者纵横皆 33。是两个十字型纵横图。

关于中国纵横图数学史，李俨（1892~1963）曾发表过专题论文^①，集 70 多幅图。作为历史评论，我们在这要说几句话。中国自汉代创造纵横图，到南宋杨辉认真作为数学研究，这之间的 1300 年间，易学家没有由河洛图发展出纵横图的普遍构造法。而在欧洲和阿拉伯世界，他们称纵横图为“幻方”，纵横图的出现晚中国 200 年，在杨辉的时代，13 世纪，则写出了专门的著作。约在 1295~1361 年间，拜占庭的希腊人纽尔·莫斯霍普洛斯写出关于平方数著作，描述在正方形内排布数字从 1 到 n^2 ，使每行、每列和对角线之数字和为： $\frac{1}{2}(n^2 + 1)$ 。

^① 李俨：《中国算学家的纵横图研究》，《中算史论丛》 中国科学院，1954 年。

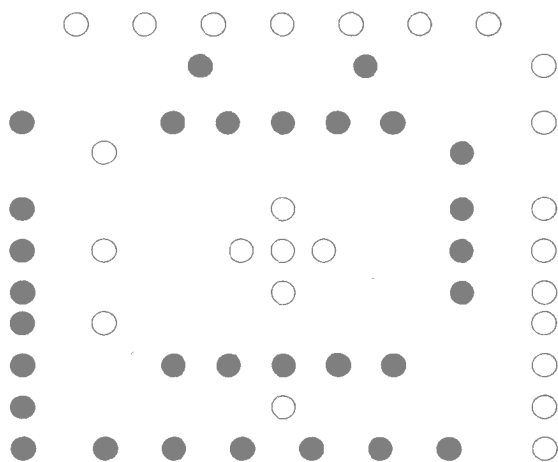


图 2.3.1.7

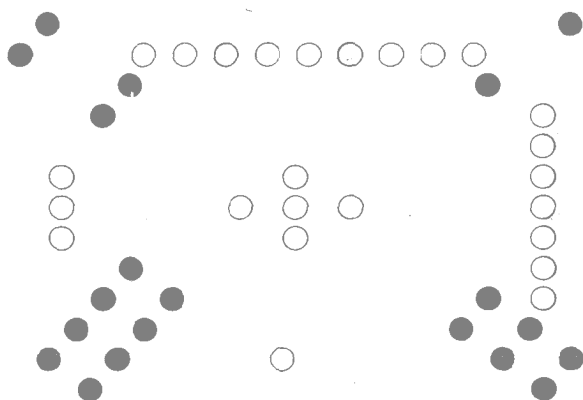


图 2.3.1.8

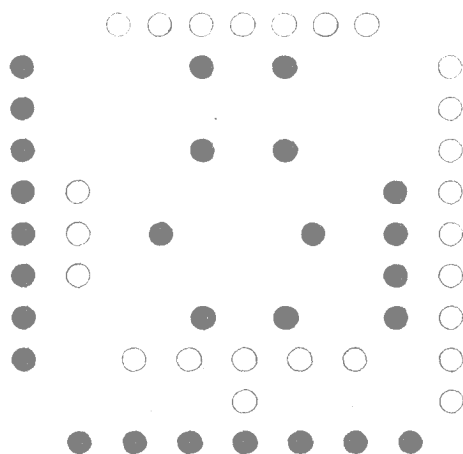


图 2.3.1.9

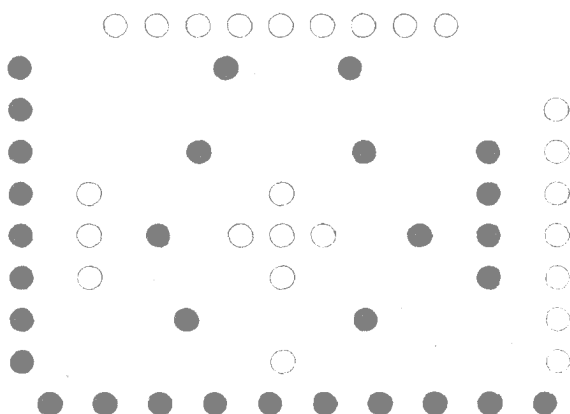


图 2.3.1.10

2.3.2 河洛几何

易学史上，有宋以来，易学家对河图洛书的推敲颇有兴趣。有关著作多为从阴阳五行八卦之易理探讨其所以如此排布。其中有少数著作，作为易理之辅助成分，也在某种程度上引入同几何学有关的一些观念和方法。我们对之作些简要的介绍并兼有一些评论。

关于河图、洛书的数字起源问题明朱升（1299-1370）提出“内外合为河图”，“八宫交为洛书”。实际上他是采取几何的观点探讨河洛数图的结构。

对于河图，他将 10 个自然数依序均匀排列为圆环，如图 2.3.2.1 所示。发现其分布规律：一与六，二与八，三与七，四与九，五与十皆通过圆心对称。把这五对数字，使五与十居中，其余四对分为内外在四个方向排布，正好就构成河图数字图，即“内外合为河图”。

对于洛书，他还是利用自然数环排，用横线联结则得图 2.3.2.2，他称这为“平衡取八宫”。所谓“八宫交为洛书”则由图 2.3.2.3 示意。一九，二八，三七，四六，分别相交对位。

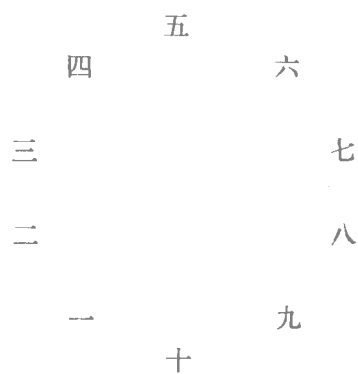


图 2.3.2.1

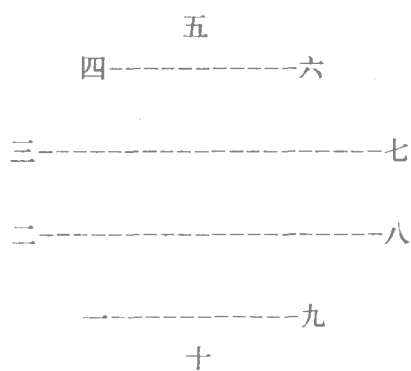


图 2.3.2.2

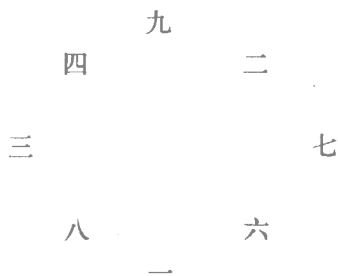


图 2.3.2.3

元张理也从几何观念分析过九宫数图。他提出“奇圆偶方，奇外偶内”的构图规则，如图 2.3.2.4 所示。偶数二四六八在内为方之四角，奇数一三七九在外而连成圆。

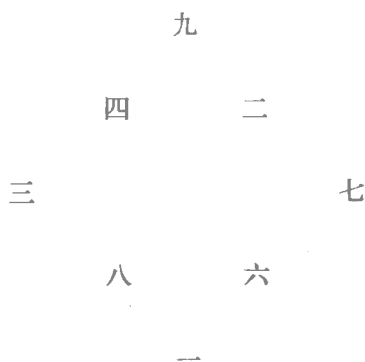


图 2.3.2.4

明来知德用“三角数”理解河洛，给出河图奇偶合图和洛书奇多偶少图。

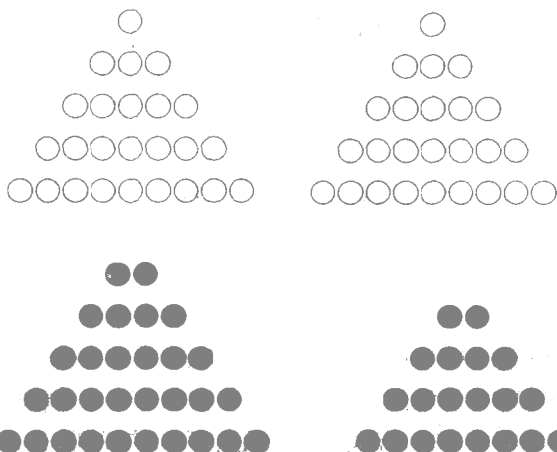


图 2.3.2.5 河图奇偶合图 图 2.3.2.6 洛书奇多偶少图

清李光地（1642~1718）则把来知德的图结合起来给出河洛未分三角图和方图以及六角图幕形图等。

我们这里给出其前两图。江永也作过类似的分析工作，画了各“几何”图。

清胡煦在其《周易函书约存》中的河洛奇偶曲线解，别具一种几何风味。除去中央五个白点和十个黑点，黑点二四六八和白点三七九可分别连成两条螺旋线。

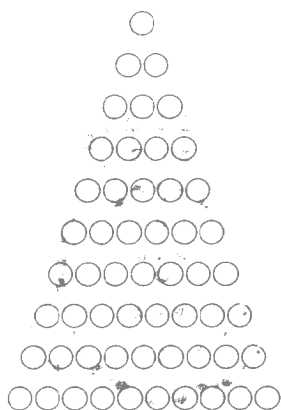


图 2.3.2.7 河洛未分三角

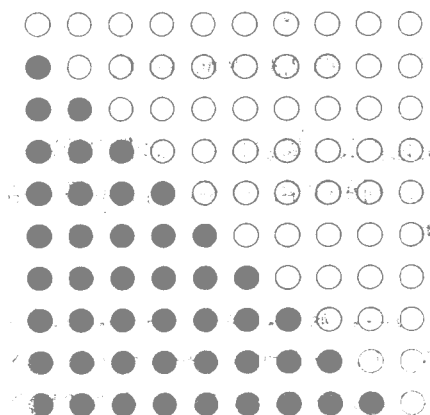


图 2.3.2.8 河洛未分方图

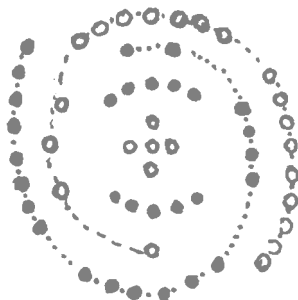


图 2.3.2.8 河洛曲线

清代李光地在其《周易折中·启蒙附论》中，取邵雍洛书为方的观点，利用数学之比例，研究其数学结构，提出寓洛书勾股之法：

勾三，股四，弦五。勾九，股十二，弦十五。
勾二十七，股三十六，弦四十五。勾八十一，股一百零八，弦一百三十五。此洛书四隅合中方，而寓勾股之法者，推之至于无穷，法皆视此。

图 2.3.2.9 为其洛书勾股弦图。此图意思说，洛书方图四角

的四个三角形每个都是勾股弦定理的图式。左上角为勾三股四弦五。右上角为勾九股十二弦二十五；右下角为勾二十七股三十六弦四十五，左下角为勾八十一股一百零八弦一百三十五。李光地这里实际上提出了勾股定理的比例规律，即勾、股、弦按同一比例增加，勾股弦定理仍满足，即 $(ax)^2 + (ay)^2 = (az)^2$ 。他只给出特例而没有总结出普遍规律。

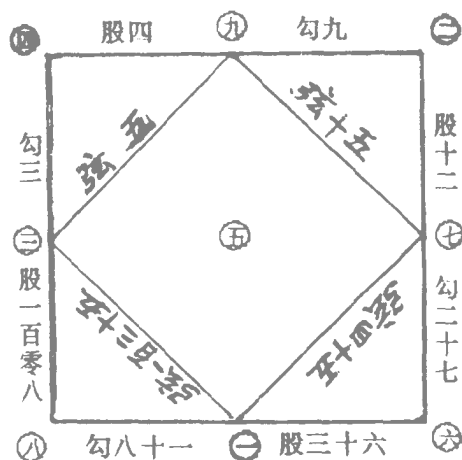


图 2.3.2.9 洛书勾股弦图

在这里我们顺便提一下有关这类研究的数学史上的一些情况，以兹对比。在公元 7 世纪，印度数学家柏拉美格蒲达 (Brahmagupta, 598~?) 曾研究过凡满足方程 $x^2 + y^2 = z^2$ 的 x, y, z 之正整数的性质。我们可称之为“商高数”。他发现它

们满足

$$x = m^2 - n^2$$

$$y = 2mn$$

$$z = m^2 + n^2$$

其中 m 与 n 为任意正整数，且 $m > n$ 。根据这个方程组可以列出“商高数表”。

法国数学家费马(Fermat, 1601~1665)把这个问题推向对 $x^n + y^n = z^n$ 的数学问题研究。他提出当 $n > 2$ 时 x, y, z 没有整数解。后来欧拉(Euler, 1707~1738)证明了 $n = 3$ 及 $n = 4$ 时无整数解，狄里希莱特(Dirichlet, 1805~1859)证明到 $n = 5$ ，库默尔(Kummer, 1810~1893)用数证仍未完全证得却得到幻数 Ideal number 理论。

今人刘毓章和焦蔚芳对河洛的数学研究颇有兴趣。前者在其《易经之数理思想》(1978年)中，对河洛作了许多数学发挥，如河洛平面、河洛微分方程等。后者以洛书数图之行或列为基矢建立洛书几何学的尝试也引人注意。

2.4 宇宙数学模式

如近代哲学家冯友兰(1895~1990)所说，《易》是一部“宇宙代数”学。在易学发展史上，自《易传》开始，易学家们就倾心探讨宇宙的数字模式。

《易传》提出“易与天地准”的概念，强调易与天地为准则，包含天地间的一切道理。唐孔颖达疏：“圣人作易与天地相准，谓准拟天地，则乾健以法天，坤顺以法地之类是也。”

这种象天法地的《易》之八卦和六十四卦体系，被视为宇宙模式。这个宇宙模式是数字式的，不仅提出诸如“天地之数”、“大衍之数”、“万物之数”等许多神秘的名词而且作出“倚数”、“极数”、“逆数”等数理观念方面的概括。它的延续，导致各种宇宙数字模式的出现，其中包括汉代刘歆的宇宙模式、宋代邵雍的宇宙模式、蔡沈的宇宙模式。

2.4.1 刘歆的宇宙模式

刘歆西汉末年轻学家、文献学家、天文学家。作为经学家他是古文经学的开创者；作为文献学家他整理六艺群书，编《七略》，后被删改为《汉书·艺文志》，成为中国最早的官修书目；作为天文学家他把《太初历》改造成《三统历》，后被载在《汉书·律历志》。在这样的知识背景下，他在天文历法知识的资料基础上，他虚构了一个易学的宇宙数字模式。

出自刘歆之手的《三统历》是在《太初历》基础上形成的我国第一部完整的历法。他依据《易传》筮法对它所作数字解释，实际上是企图构造宇宙的数字模型，其追求宇宙和谐的理想绝不亚于西方毕达格拉斯（Pythagoras, 572~497b.c.）和柏拉图（Plato, 430~349B.C.）。

他的这个宇宙数字模型以律历和谐为其理论出发点，把董仲舒“三统”循环的历史观推广到整个宇宙，认为宇宙也存在三种基本循环周期。

董仲舒（179~104B.C.）的三统循环历史观的根据是

夏、商、周三代历法之不同。夏历以建寅之月（北斗七星的柄部夜半指向寅的方位）为正月，殷历以建丑之月为岁首（即以夏历的十二月为正月），周历以建子之月为岁首（即以夏历的十一月为正月）。他把使用夏历的王朝抽象化为“黑统”，使用殷历的王朝则被抽象化为“白统”，而使周历的王朝为“被抽象化为“赤统”。主张受天命的王者，为了把新受天命广布天下，必须改历而移岁首，明确新王朝之“统”。未来的王朝作为过去的黑统、白统、赤统的继承者，依序循环三统。

董仲舒的这种历史循环观是把《春秋》中重视自然天道、王者统治行为依则天道的思想形而上学化、神学化。而刘歆又进一步把这种则天主义与易象数理结合起来。他力图用数、声律，度量衡以及通过历法，对宇宙秩序作形而上学的解释。刘歆的条奏及班固的释文，它成“三统历”名称的基础，作为“三统”说被记录于《汉书·律历志》中：

[《春秋》]经“元”，一以统始，《易》太极之首也。春、秋，二以目岁，《易》两仪之中也。于春，每月书“王”，《易》三极之统也。于四时虽亡事必书时、月，《易》四象之节也。时、月以建，分至启闭之分，《易》八卦之位也。象事成败，《易》凶、吉之效也。朝聘、会盟，《易》大业之本也。

刘歆等“推法密要”而制定历象，可以认为是把统合《春秋》“元”的三统，即天、地、人的作用加以理论化。把《易

传》和董仲舒《春秋》说统合起来的刘歆三统说，意味着把政治理论置于易学逻辑构架之中。

刘歆特别重视三、五之数及其周期，在《易传》的太极和董氏《春秋》的“元气”基础上，把三辰和三统合为一体，使五量和五行互相一致，以《尚书·洪范》的皇极统三德、五常的人事之道，对贯穿天、地、人的宇宙法则作出“律历”性的解释：

三代各据一统，……登降三统之首，周还五行之通也，故三五相包而生……五行与三统相错。

《传》曰：“天有三辰，地有五行。”……《易》曰：“参伍以变，错综其数，通其变，遂成天下之文；极其数，遂定天下之象。”太极运三辰五星于上，而元气转三统五行于下。其于人，皇极统三德五事。

为了理解刘歆的数理宇宙模型，须对作为其科学基础的三统历法有所了解。三统历有关日月视行有如下议定：

$$1 \text{ 朔望月} = 29\frac{43}{81} \text{ 日} = \frac{2392}{81}$$

因“十九年七闰”故

$$1 \text{ 回归年} + 12\frac{7}{19} = \frac{235}{19} \text{ 日}$$

因而

$$1 \text{ 回归年} = \frac{235}{19} \times \frac{2392}{81} = \frac{562120}{1539} \text{ 日} = 365\frac{385}{1539} \text{ 日}$$

假定某年的十一月初一，夜半合朔又恰交冬至气，那末

经过 1539 年，或 562120 日后，又是半夜交冬至气。又因 1539 年有 $235 \times 81 = 19035$ 个朔望月，所以这天也是夜半合朔的一天。从这天以后，朔、望和二十四气的日期，时刻又和 1539 年以前的完全一样。刘歆称这 1539 年为一统。又三统历以 135 个月为日、月食周期，称为“朔望之会”。一统 1539 年 = 19035 个月恰有 141 个朔望之会。所以日、月食也以一统之 1539 年为循环大周期。以干支计日，设定十一月朔旦冬至是甲子日，那么经 1539 年的全部 562120 日后，必定是甲辰日，再经 562120 日必为甲申日，要想回复到十一月甲子，夜半、朔旦、冬至，必须经过三统 4617 年，即 1686360 日。按三统历法推算，4617 年后的朔望日的干支和二十四气的日期干支都同 4617 年前的一样。这一切都是以天文观测数据为依据的。

刘歆《三统历谱》叙述历法中各项天文数据和运算推步方法，为后世奉为历法范例。但当他用其形而上学体系说明这种推历方法时，竟然把《易传·系辞》中以历法为象征意义的筮法陈述作根据，对月法、日法、国法、章月、五星会合周期等作解释。

2.4.2 邵雍的宇宙模式

邵雍易学的最大特点是，他推演出一套说明宇宙运动变化的模式，企图以之预知未来事变。他的著作《皇极经世》包括《观物内篇》和《观物外篇》。

邵雍的宇宙模式的逻辑基础是他的“二分”法成卦的生成

原理。有关这方面的具体内容，可以参看附录有关部分。这种从太极开始的，太极生两仪，两仪生四象，四象生八卦、八卦生万物的无限生成的符号系统，就是物质宇宙系统繁衍的逻辑模式。朱伯崑在其《易学哲学史》中给出邵雍宇宙衍生图式。

春秋	书	诗	易	霸	王	帝	皇
辰	日	月	岁	运	世	会	元
味	气	声	色	鼻	口	耳	目
走	飞	草	木	体	形	情	性
雨	风	露	雷	夜	昼	寒	暑
水	火	土	石	辰	星	月	日
柔		刚		阴		阳	
地				天			
太极							

图 2.4.2.1 宇宙衍生图

这个图式可以概括邵雍关于宇宙万物一分为二生成次序的基本思想。太极为一，天地为二，天之阴阳和地之刚柔为四，日月星辰石土火水为八，其上之万物为十六，三十二，六十四等。皇帝王伯以上还有许多层次，如道德功力等。这种图式也是万物的分类图式，天类分阴阳，阳气中又分日月，日类又包括暑性、目、元、皇；月类包括寒、性、耳

会、帝。如此等等。

邵雍的宇宙图式是以其数字上的“二分”为逻辑基础的，它规定了发展的无穷序列。根据体用观念规定卦数，先按阴阳、刚柔、太少分类组合建立八种基本数字。以十天干和十二地支类比，对阴阳和刚柔赋值：

太阳之体数 10	太刚之体数 10
太阴之体数 12	太柔之体数 12
少阳之体数 10	少刚之体数 10
少阴之体数 12	少柔之体数 12

由这八个基本数再组合出四种数：

太阳少阳太刚少刚之体数 160
太阴少阴太柔少柔之体数 192
太阳少阳太刚少刚之用数 112
太阴少阴太柔少柔之用数 152

上述两体数是由各组合元素的体数合乘四而得，而两用数，太阳少阳太刚少刚之用为其体数减去太阴、少阴、太柔、少柔四体数合，太阴少阴太柔少柔之用数为其体数减去太阳、少阳、太刚、少刚四体数合。

再进一步，由太阳少阳太刚少之用数“唱”（即乘）太阴少阴太柔少柔之用数而得“日月星辰之变数”亦称“动数”以及阴少阴太柔少柔之用数“和”（即乘）太阳少阳太刚少刚之用而得“水火土石之化数”亦称“植数”。动数和植数相“唱和”（却相乘）又行“动植通数”。

动数	17024
植数	17024

动植通数 289816576

动数意为动物之数，植数意为植物之数。动植通数意为动植物之总数。设这些数的目的是为说明宇宙间具体事物由简到繁的发展，并无任何经验意义。

邵雍宇宙模式另一个内容是关于宇宙大循环周期的设想。他精心设计了一幅复杂的“皇极经世图”，表达宇宙历史的演变历程。

他设想的宇宙基本周期称之为“元”，一元包含十二会，一会包含三十运，一运包含十二世，一世包含三十年。所以作宇宙基本周期的“元”含 129600 年。这个宇宙变化的基本周期只相当宇宙大化之“一年”，再大的周期为 1555200 年，5598200 年……。

邵雍用六十四卦表示其元会运世宇宙演变历程，将六十四卦划分为八宫，分别配以元会运世岁月日时。乾一为元，兑二为会，离三为运，震四为世，巽五为岁，坎六为月，艮七为日，坤八为时。每宫中的八卦再配以元会运世岁月日时，这样六十四卦演示周期为 1216192320 年。这是“一个”宇宙终始过程，然后重演化，并且无限地重复这样的过程。

邵雍还利用十二消息卦的阴阳消息之象表示一元的宇宙历程，具体描述我们生活于其中的这个世界。这个世界之十二会，以子丑寅卯辰巳午未申酉戌亥标志。天开于子会，地辟于丑会，人和万物形成于寅会，至第六会己会人类发展到了鼎盛时，此后开始走下坡路。在邵雍看来这时相当唐尧时期。到第十一会，我们这个世界万物灭绝。但我们这个世界在六十四卦圆图中之一小段。此一世界毁灭后，另一世界又

开始生，如此循环不已。具体表示简表请参见《易图的数学结构》有关部分。

2.4.3 蔡沈的宇宙模式

蔡沈著《洪范皇极》从数学的视角探讨河图洛书之异同，认洛书为数的本原、宇宙的基本法则，在该书序言中他写道：

先君子曰：“洛书者，数之原也。余读洪范而有感焉。上稽天文，下察地理，中参人物古今之变，穷义理之精微，究兴亡之征兆，微显阐幽，彝伦攸叙，真有天地万物各得其所之妙。……余所乐而玩者，理也。余所言而传者，数也。若其所以数之妙，则在乎人之自得焉尔。

又基于他的卦象出于河图和洛书源于洪范五行之数的观点，他继续说：

体天地之撰者，易之象；纪天地之撰者，范之数。数者始于一，象者成于二。一者奇，二者偶也。奇者数之所行，偶者数之所以立。故二而四，四而八，八者卦之象也。一而三，三而九，九者九畴之数也。由是重之，八而六十四，六十四而四千九百九十六，而象备矣。九而八十一，八十一而

六千五百六十一，而数周矣。

蔡沈坚信世界的规律是通过数字的法则表达出来的，整个世都是按数字的规则运动和变化着。所以他通过对筮法的解释，发展出一种宇宙的数字模式。

蔡沈的宇宙数字模型是以河洛图说明世界的存在和变化。他取河十洛九说，并以河图为《周易》系统，洛书为《洪范》系统。他认为卦画出于河图，九畴出于洛书；河图讲阴阳之象，洛书则言五行之数；阴阳之象为偶，五行之数为奇；偶为象之始，奇为数之始。河图之数有奇偶，但奇偶之排列为阴阳相配伍，即一六、二七、三八、四九相配，显其用偶。洛书之数也有奇偶，但奇数一、三、五、七、九或居四正位，或居中位，体现五行相生和相胜的顺序，显其用为奇。河图之数用偶，天地万物皆按阴阳之象相互对立；洛书之数用奇，天地万物按五行顺序相互流转。阴阳对待属静，五行流转属动；静基于偶，动出于奇。他说：

数者，动而之乎静者也。象者，静而之乎动者也。动者用之所 以行，静者体之所以立。清浊未判，用实先焉。天地已位，体斯立焉。用既为体，体复为用，体用相仍，此天地万物所以化生而无穷也。（《洪范皇极·内篇》）

蔡沈以洛书数主动，仿邵雍六十四卦圆图，作九九圆数图说明一年四季气候之变化，把五行流转法则形象化。九九圆图也可排成方阵，如图 2.4.2.2。

九	九	九	九	九	九	九	九	九
九	八	七	六	五	四	三	二	一
八	八	八	八	八	八	八	八	八
九	八	七	六	五	四	三	二	一
七	七	七	七	七	七	七	七	七
九	八	七	六	五	四	三	二	一
六	六	六	六	六	六	六	六	六
九	八	七	六	五	四	三	二	一
五	五	五	五	五	五	五	五	五
九	八	七	六	五	四	三	二	一
四	四	四	四	四	四	四	四	四
九	八	七	六	五	四	三	二	一
九	八	七	六	五	四	三	二	一
二	二	二	二	二	二	二	二	二
九	八	七	六	五	四	三	二	一
一	一	一	一	一	一	一	一	一
九	八	七	六	五	四	三	二	一

图 2.4.2.2 九九图

第三章

律历易说

律历易说源于《易传》。《易传·说卦》最早提出八卦与四方和季节相配的思想：

帝出于震，齐乎巽，相见乎离，致役乎坤，说言乎兑，战乎乾，劳乎坎，成言乎艮。万物出乎震，震东方也。齐乎巽，巽，东南也。齐也者，言万物之洁齐也。离也者，明也，万物皆相见，南方之卦也。圣人南面听天下，向明而治，盖取诸此也。坤也者，地也，万物皆致养焉，故曰早致役乎坤。兑，正秋也，万物之所说也，故曰说言乎兑。战乎乾，乾西北之卦也。言阴阳相薄也。坎者，水也，正北方之卦也，劳卦也，万物之所归也，故曰

劳乎坎。艮，东北之卦也，万物之所成终而所成始也，故曰成言乎艮。

这里提出卦配方位和季节的基本思想，但是不很完备。在方位方面比较完整，但仍未明言坤、兑两卦之方位。而在时令方面，则只言及兑示正秋。如果把开头的“帝出乎震，……成言乎艮”理解为“顺序”，则可确定坤为西南、兑为正西。致于卦与四季的对应，虽然只点出兑为秋，但可以依卦左旋之序，认定坎为冬、震为春、离为夏。同这种粗略对应相比，《易传·系辞下》第九章将一年的日期与卦爻相配的意向则开历法易说之先河：

大衍之数五十，其用四十有九，分而为二以象两，挂一以象三，揲之以四以象四时，归奇于扚以象闰，五岁再闰，故再扚而后挂。乾之策二百一十六，坤之策百四十有四，凡三百六十，当期之日。

汉代易学家用卦象模拟四时更替和气候变化的“卦气说”不仅是易学与天文历法结合的表现，而且对后世的历法产生了影响，一度被一部分历法家视为历法的理论基础。汉以后的许多历书引卦气说解释历法，如东汉末年的《乾象历》、北魏的《正光历》、唐《大衍历》。一些著名的天文历算家，如张衡（78~139）对卦气说有所肯定，而一行（683?~277）则是引卦气解说历法的代表人物。清王夫之（1619~1692）不赞成象数易学，但还肯定“易可衍历”。其实卦气说作为历法表示系统的尝试并不成功，后来废弃不用。

在音律学方面，《吕氏春秋·音律篇》将十二律与十二月对应，《礼记·乐记篇》提出“大乐与天地同和，大礼与天地同礼”的思想，导致在汉代发展出律历融通说。京房提出“夫十二律之变，至六十，犹八卦之变为六十四卦，密牺作易，纪阳气之初，则为律法”，创六十律，为音律易说之肇始。《淮南子·天文训》将十二律配十二月、十二支，奠定了律历融通的纳音模式。班固（32~92）在其《汉书》中将律历合帙为《律历志》，阐发刘歆的律历融通思想，并使之定式化。

以易数和气论为思想基础的律历融通说在音律周期研究方面取得一些成功。朱载堉运用律历融通思想创十二平均律可视为代表。但是律历融通说是一个失败的假说。为证实这一假说所专门设计的“候气”实验终未得到正确的结果。

3.1 律历合帙之谜

西汉邓平以黄钟自乘之数为日法造《太初历》，《汉书》乃以律、历合为一帙。其后，《后汉书》、《晋书》、《魏书》、《隋书》、《宋书》、《宋史》因循。直至《旧唐书》才改依《史记》旧例分述律、历。但律历融通的思想并未中断，明末朱载堉尚著《律历融通》。

中国古人沿“融通”律历方面所作的种种努力，从科学的视角至今难得其解。但若从大文化背景审视，其根源在于古人对气与数的神秘追求。

3.1.1 律历与气

律历融通的第一根据是气论哲学。对于本题讨论,“天地之气”的概念可以视为其远源。《国语·周语上》载幽王二年(公元前 766 年)伯阳父论地震。他以“天地之气,不失其序”为理论根据,断言:“阳伏而不能出,阴迫而不能蒸,于是有地震。”进一步的发展把“天时”与“地气”联系起来。《国语·鲁语上》载鲁太史里革就鱼猎问题提出,在冬末春初、阳气升腾之时捕鱼是人“助宣气”,即帮助自然界通宣其气。

《考工记》把“天时”和“地气”列为“制器四要素”之中:“天有时,地有气,材有美,工有巧,合此四者,然后可以为良。”

《国语·周语下》载昭公元年(公元前 541 年),医和论“淫生六疾”时把六气与五声联系起来:“天有六气,降生五味,发为五色,徵为五声,淫生六疾。”《国语·周语下》载景王二十三年(公元前 522 年),伶州鸠谏阻景王铸大钟时说:“夫六,中之色也,故名之曰黄钟,所以宣养六气九德也。”

六气与音律的关系从此开始明朗。《左传》载昭公二十五年(公元前 517 年)子大叔又从礼乐与气的关系论礼协天地之性:“夫礼,天之经也,地之义也,……则天之明,因地之性,生其六气,用其五行。好、恶、喜、怒、哀、乐,生于六气,是故审则宜类,以制六志。……哀乐不失,乃能协于天地之性。”《易传》把气论发展为“感应论”。《易传·彖辞》以“二气感应以相与”解释咸卦并提出“天地感而万物化生”。对泰卦的解释中也提类似的论点,“天地交而万物通化”。

有上述这些背景知识，我们再读《汉书律历志》（第一上）中的下述一段话就不难理解了：

律以统气类物，一曰黄钟，二曰太族，三曰姑洗，四曰蕤宾，五曰夷则，六曰亡射。吕以旅阳宣气，一曰林钟，二曰南吕，三曰应钟，四曰大吕，五曰夹钟，六曰中吕。……至治之世，天地之气合以生风；天地之风气正，十二律定。黄钟：黄者，中之色，君之服也；钟者，种也。天之中数五，五为声，声上宫，五声莫大焉。地之中数六，六为律，律有形有色，色上黄，五色莫盛焉。故阳气施种于黄泉，孳萌万物，为六气元也。以黄色名元气律者，著宫声也。宫以九唱六，变动不居，周流六虚。始于子，在十一月。大吕：吕，旅也，言阴大，旅助黄钟气而牙物也。位于丑，在十二月。太族：族，奏也，言阳气大，奏地而达物也。位于寅，在正月。夹钟：言阴夹助太族宣四方之气而出种物也。位于卯，在二月。姑洗：洗，洁也，言阳气洗物辜洁之也。位于辰，在三月。中吕：言微阴始起来未成，著于其中旅助姑洗宣气齐物也。位于巳，在四月。蕤宾：蕤，继也，宾导也，言阳始导阴气使继养物也。位于午，在五月。林钟：林，君也，言阴气受任，助蕤宾君主种物使长大懋盛也。位于未，在六月。夷则：则法也，言阳气正法度而使阴气夷当伤之物也。位于申，在七月。南吕：南，任也，言阴气旅助夷则任成万物也。位于酉，

在八月。亡射：射，厌也，言阳气究物而使阴气毕剥落之。终而复始，亡厌已也。位于戌，在九月。应钟，言阴气应亡射，该臧万物而杂阳闾种也。位于亥，在十月。

可以说作者在这里阐述律历融通的气论根据。与律历融通说并进的是候气说，我们也可把后者看作为验证前者的一个实验设计。文献称其为“古法”，但始于何时已难于考证。“候气”亦称“埋管飞灰”。郑玄对《礼记·月令》注释说：“律，候气之管，以铜为之。……孟春气至，则太簇之律应。应谓吹灰也。”《后汉书·律历志》首次对之作出较为详细的描述：

夫五音生于阴阳，分为十二律，转生六十，皆所以纪斗气。效物类也。天效以景，地效以响，即律也。阴阳和则景至，律气应则灰除。是故天子常以冬夏至御前殿，合八能之士，陈八音，听乐均，度晷景，候钟律，权土灰，效阴阳。冬至阳气应，则乐均清，景极长，黄钟通，土灰轻而衡仰。夏至阴气应，则乐均浊，景极短，蕤宾通，土灰重而衡低。进退于先后五日之中，八能各以候状闻。太史令封上。效则和，否则占。候气之法为室三重，户闭，涂墁周密，布緹幔。室中以木为案，每律各一，内庳外高，从其方位，加其上。以葭莩灰布其内，端，案历而候之。气至者灰动。其为气动者灰散，人及风所动者，其灰聚。殿中候，用玉律十

二。唯二至乃候灵台，用竹律六十。候日如其历。

《隋书·志第十二律历上·候气》记载后齐信都芳能以管候气，“人往验管，而飞灰已应”。他还设计具有二十四轮扇的装置埋于地下，以测二十四气。据说“每一气至，则一扇自动，他扇并住，与管灰相应，若符契焉。”还记载开皇九年（公元589年）高祖遗毛爽及蔡子元、于普明等依埋管古法候气。对于候气法的描述较《后汉书》稍详：依古，于三重密屋内，以木为案，十有二具。每取吕律之管，随十二辰位，置于按上，而以土埋之，上面于地中实葭苳之灰，以轻线素覆律口。对候气效果，谈到应气并非准确：“应气有早晚，灰飞有多”。在时间上，有时月初应，有时迟至中下旬。在灰飞量上，有时三、五夜尽，有时终月才飞出少许。高祖对此法发生怀疑而问牛弘。牛弘说：“灰飞半出为和气，吹灰全出为猛气，吹灰不出为衰气。和气应者其政平，猛气应者其臣纵，衰气应者其君暴。”高祖对这种天人感应论予以驳斥说：“臣纵君暴，其政不平，非月别而有异也。今十二月律，于一岁之内，应并不同。安得暴君纵君，若斯之甚也？”

对于候气说有信者有疑者。宋代著名学者朱熹、蔡元定都未能否定。现代被作为科学家看待的沈括（1031—1095）在其《梦溪笔谈》卷七“象数一”中也谈到候气说，并对埋管飞灰提出一种解释：

司马彪续汉书，候气之法，于密室中，以案置十二律管，各如其方，实以葭灰，覆以缣帛，气至则一律飞灰。世皆疑，其所置诸律方不逾数尺，气

至独本律应何也？或谓古人自有术，或谓短长至数冥符造化，或谓支干方位自相感召，皆非也。盖彪说得其略耳，唯隋书志论之甚详。其法先治一室，令地极平，乃埋律管，皆使上齐，入地则有浅深。冬至阳气距地面九寸而止，唯黄钟一管达之，故黄钟为之应。正月阳气距地面八寸而止，自太簇以上皆达，黄钟、太吕先已虚，故唯太簇一律飞灰。如人用鍼彻其经渠，则气随鍼而出矣。地有疏密，则不能无差，忒故先以槩隔之，然后实土案上，令坚密均一其上，以水平其木，然后埋律其下。虽有疏密，为木案所节，其气自平，但在调其案上之土耳。

沈括的这种‘理论解释’显然是以轻信‘飞灰’有验为其前提的。事实上，并未有可靠的实验验证。明代以来，对此持怀疑的人越来越多。王廷相（1474~1544）、邢云路、朱载堉（1536~1611）、江永（1681~1762）都对此有所批判。其中朱载堉著《候气辨疑》专门批判候气说的谬误^①，《律吕正义后编》有康熙帝亲自作候气实验不验的记载，得出“不足以为据”的结论。

①戴念祖：《朱载堉——明代的科学和艺术巨星》，人民出版社，1986年，第278-282页。

3.1.2 律历与数

律历融通说的第二个根据是“易数”。在第二章讨论“易数”时我们已经提到“律数”和“历数”。这里我们专门讨论它们，以理解律历融通思想。

“数”的重要性最初表现在对教育的要求中。《周礼地官·保氏》曰：“保氏掌谏王恶，而养国子以道，乃教之六艺：一曰五礼，二曰六乐，三曰五射，四曰五驭，五曰六书，六曰九数。”这里把“九数”视为六艺之一，也就是一种技艺。郑玄把九数释为方田、粟米、衰分、少广、商功、均输、盈不足、方程和旁要，就是这样理解的。而刘徽九章注序把“九数”的渊源视为“九九之数”：“昔包牺氏画八卦……作九九之数……按周公制礼而有九数。”我们可以说上述文献所理解的“九九之数”和“九数”，可以归为今日之“数学”之属。

现在我们去古代文献中寻找对于“数”深于“技艺”的那些思想。我们选择“守数”这一概念来讨论。有荀子和韩非子语可引。《荀子·荣辱》曰：“循法则、度量、刑辟、图籍，不知其义，谨守其数，填不敢损益也，父子相传，以持王公……”《韩非子·饰邪》曰：“明于治之数，则国虽小富。”这里“守数”已超出数的纯技术意义，把数看作一种具有不可触犯的客观规律。在《易传》中赋予数以极崇高地位。《易传·说卦》曰：“参天两地而倚数。”马融训倚为“依”虞翻训

为“立”，邵雍训为“拟”。依也好，立也好，拟也好，虽有差别，本质上都可归结为强调“守”天地自然之数。

有了这些背景知识的准备，现在我们来读《汉书·律历志》有关律数和历数的诸论述。今天看来，这些并不科学，但它是中国历史上实实在在的科学文化现象。我们必须耐心地读下去。沿着古人的思路走进去再走出来，然后才会有一个恰当的评论。

律数与历数融通的早期历史中的两件事，对这一思想的发展至关重要。第一件是十二律配十二月。第二件是以律起历。

《吕氏春秋》不仅在《十二纪》中对于四季推移与气的关系作了详细的描述，而且在《音律篇》中提出十二律配十二月的基本思想：“大圣至理之世，天地之气，合而生风，日至则月钟其风，以生十二律。仲冬日短至则生黄钟，季冬生大吕，孟春生太簇，仲春生夹钟，季春生姑洗，孟夏生仲吕，仲夏日长至则生蕤宾，季夏生林钟，孟秋生夷则，仲秋生南吕，季秋生无射，孟冬生应钟。天地之风正，则十二律定矣。”将春、夏、秋、冬四季各分孟、仲、季，与律相配如下：

孟春之月	大簇
仲春之月	夹钟
季春之月	姑洗
孟夏之月	中吕
仲夏之月	蕤宾
季夏之月	林钟

孟秋之月	夷则
仲秋之月	南吕
季秋之月	无射
孟冬之月	应钟
仲冬之月	黄钟
季冬之月	大吕

《淮南子·天文训》传袭其思想，将十二月与十二辰和十二律对应：

正月	寅	太簇
二月	卯	夹钟
三月	辰	姑洗
四月	巳	仲吕
五月	午	蕤宾
六月	未	林钟
七月	申	夷则
八月	酉	南吕
九月	戌	无射
十月	亥	应钟
十一月	子	黄钟
十二月	丑	大吕

以律起历始于邓平。汉武帝元封七年（公元 104 年），大中大夫公孙卿、壶遂、太史令司马迁建议改历。于是武帝令御史大夫儿宽与博士共议，遂下诏议造历。募选邓平、司马可、候宜君、唐都、落下闳等数十人合作。经对十八家方案比较和测验，最后确定邓平的方案，名太初历，任邓平为

太史丞。

邓平方案亦称“八十一分历”。此术以二十九日八十一分日之四十三为一月日数，十九年七闰，一岁日数为三百六十五日千五百三十九分日之三百八十五，以建寅之月为一年之始。

此“八十一分”本为测天所得，但恰与黄钟律管长九寸周九分相乘之数合。遂成为“以律起历”的理据。据《汉书律历志》记戴载，其法曰：“律容一龠，积八十一雨，则一日之分也。与长相终。律长九寸，百七十一分而终复。三复而得甲子。夫律阴阳九六，爻象所从出也。故黄钟纪元气之谓律。律，法也，莫不取法焉。”借此契机数的神秘思想膨胀，以致而在《汉书·律历志》中有如下论数文字：

数者，一、十、百、千、万也，所以算术事物，顺性命之理也。《书》曰：“先其算命。”本起于黄钟之数，始于一而三之，三三积之，历十二辰之数，十有七万七千一百四十七，而五数备矣。其算法用竹，径一分，长六寸，二百七十一枚而成六觚，为一握。径象乾律黄钟之一，而长象坤吕林钟之长。其数以《易》大衍之数五十，其用四十九，成阳六爻，得周流六虚之象也。夫推历生律制器，规圆矩方，权重衡平，准绳嘉量，探赜索隐，钩深致远，莫不用焉。度长短者，不失豪厘，量多少者不失圭撮，权轻重者不失黍馏。纪于一，协于十，长于百，大于千，衍于万，其法在算数。宣于天下，小学是则。职在太史，羲和掌之。

具体转入历数的叙述，《汉书·律历志》上有如下文字：

《易》曰：“参天两地而倚数。”天之数始于一，终于二十有五。其义纪之以三，故置一得三，又二十五分之六，凡二十五置，终天之数，得八十一，以天地五位之合终于十者乘之，为八百一十分，应历一统千五百三十九岁之章数，黄钟之实也。繇此之议，起十二律之周经。地之数始于二，终于三十。其义纪之以两，故置一得二，凡三十置，终地之数，得六十，以地中数六乘之，为三百六十分，当期之日，林钟之实。人者，继天顺地，序气成物，统八卦，调八风，理八政，正八节，谐八音，舞八佾，监八方，被八荒，以终天地之功，故八八六十四。其义极天地之变，以天地五位之合终于十者乘之，为六百四十分，以应六十四卦，大族之实也。《书》曰：“天功人其代之。”天兼地，人则天，故以五位之合乘焉，“唯天为大，唯尧则之”之象也。地以中数乘者，阴道理内，在中——之象也。三统相通，故黄钟、林钟、大族律长皆全寸而亡餘分也。

《汉书·律历志》上进一步的解释是：

天之中数五，地之中数六，而二者为合。六为

虚，五为声，周流六虚。虚者，爻律夫阴阳，登降运行，列为十二，而律吕和矣。太极无气，函三为一。极，中也。元，始也。行于十二辰，始动于子。参之于丑，得三。又参之于寅，得九。又参之于卯，得二十七。又参之于辰，得八十一。又参之于巳，得二百四十三。又参之于午，得七百二十九。又参之于未，得二千一百八十七。又参之于申，得六千五百六十一。又参之酉，得万九千六百八十三。又参之于戌，得五万九千四十九。又参之于亥，得十七万七千一百四十七。此阴阳合德，气钟于子，化生万物者也。故孳萌于子，纽牙于丑，引达于寅，冒茆于卯，振美于辰，已盛于巳，号布于午，昧蓂于未，申坚于申，留执于酉，毕入于戌，该闾于亥。出甲于甲，奋轧于乙，明炳于丙，大盛于丁，丰楸于戊，理纪于己，欽更于庚，悉新于辛，怀任于壬，陈揆于癸。故阴阳之施化。万物之终始，既类旅于律吕，又经历于日辰，而变化之情可见。

《宋书·律历志》上有：

道始于一，一生二，二生三，三三而九。故黄钟之数六，分而为雌雄十二钟。钟以三成，故置一而三。凡积分十七万七千一百四十七，为黄钟之实。故黄钟位子，主十一月，下生林钟。林钟之数五十四，主六月，上主太簇。太簇之数七十二，下

生应钟。应钟之数四十三，主十月，上生蕤宾。蕤宾之数五十七，主五月，上生大吕。大吕之数七十六，主十二月，下生夷则。夷则之数五十一，主七月，上生夹钟。夹钟之数六十七，主二月，下生无射。无射之数四十五，主九月，上生中吕。中吕之数六十，主四月，极不生。宫生徵，徵生商，商生羽，羽生角，角生姑洗，姑洗生应钟，比于正音，故为和。应钟生蕤宾，蕤宾不比于正音，故为缪。日冬至，音比林钟浸以浊；日夏至，音比黄钟浸以清。以十二月律应二十四时。甲子，中吕之徵也；丙子，夹钟之羽也；戊子，黄钟之宫也；庚子，无射之商也；壬子，夷则之角也。

对于上述三大段引文，读者不必深究。这诸多征引少有科学价值，但却可以从中看到价值观对在阐述科学问题上影响到何种程度。

3.2 音律系统及其易理

中国的音乐理论主要是五音十二律系统。其计算方法，长期为“三分损益”法，直至晚明朱载堉才弃之而以密律求得正确的十二平均律。

在殷商之前就有“五声”，十二律起于周初。姜太公吕望《太公六韬》说：“夫律管十二，其要有五声，宫、商、角、徵、羽，此其正声也。”十二律名始见《国语》。《国语·周

语》有伶州鸠答周景王问律的记载：

律所以立均出度也。古之神瞽考中声而量之以制，度律均钟，百官轨仪，纪之以三，平之以六，成于十二，天之道也。夫六，中之色也，故名之曰黄钟，所以宣养六气九午德也。由是第之，二曰太簇，所以金奏赞阳出滞也。三曰姑洗，所以修洁百物，考神纳宾也。四曰蕤宾，所以安靖神人，献酬交酢也；五曰夷则，所以泳歌九则，平民无贰也；六曰无射，所以宣布哲人之令德，示民轨仪也。为之六间，以扬沈伏，而黜散越也，元间大吕，助宣物也；二间夹钟，出四隙之细也；三间仲吕，宣中气也，四间林钟，和展百事，俾莫不任肃纯恪也；五间南吕，赞阳秀也；六间应钟，均利器用，俾应复也。”

在音律学的发展史上，易学家不仅在律历融通方面作了种种努力，而且试图对生律法作出易学的解说，或据易学观念发展音律系统。这些努力，一般说来是不成功的，无益于音律科学的发展。

3.2.1 “三分损益”定律法

三分损益法首见于《管子·地员》：

凡听徵，如负豕，觉而骇；凡听羽，如马鸣在野；凡听宫，如牛鸣窌中；凡听商，如离群羊；凡听角，如雉登木以鸣，音疾以清。凡将起五音，先主一而三之，四开以合九九，以是生黄钟小素之首，以成宫。三分而益之以一，为原有作，为徵。不无有三分而去其乘，是足以生商。有三分而复于其所，以是生羽。有三分而去其乘，适足以生角。

这段关于音相生的描述提供的是三分损益定律模式。将律管或统弦长三等分，谓之“三分”；加三分之一谓之“益”；减三分之一谓之“去”或“损”。上述描述可以数学如下：

$1 \times 3^4 = 9 \times 9 = 81$	为宫
$81(1+1/3) = 108$	为徵
$108(1-1/3) = 72$	为商
$72(1+1/3) = 96$	为羽
$96(1-1/3) = 64$	为角

《史记·律数》所描述的五音三分损益定律法为：

九九八十以为宫。三分去一，五十四以为徵。
三分益一，七十二以为商。三分去一，四十作以为羽。三分益一，六十四以为角。

其数学化表示为：

$9 \times 9 = 81$	为宫
$81(1-1/3) = 54$	为徵
$54(1+1/3) = 72$	为商

$$72(1-1/3)=48 \quad \text{为羽}$$

$$48(1+1/3)=64 \quad \text{为角}$$

这两种五音之不同在于，《管子·地员篇》，从宫开始先益后损；而《史记·律数》则是从宫开始，先损后益。管长或弦长顺序（亦即音调升高顺序分别）为：

《管子》：108(徵)，96(羽)，81(宫)，72(商)，64(角)

《史记》：81(宫)，72(商)，64(角)，54(徵)，48(羽)

前者可称“五声徵调式”后者可称“五声宫调式”。

三分损益法也用于十二律，《吕氏春秋·音律》、《淮南子·天文训》和《汉书·律历志》都是以自黄钟为起点生律。不同之处在于《吕氏春秋》以黄钟上生始，而《淮南子》以黄钟下生始，《汉书》以黄钟下生上生相间而行，前两者则各有一次连续两次上生。

先看《吕氏春秋·音律》的记载：

黄钟生林钟，林钟生太簇，太簇生南吕，南吕生姑洗，姑洗生应钟，应钟生蕤宾，蕤宾生大吕；大吕生夷则，夷则生夹钟，夹钟生无射，无射生仲吕。三分所生，益之一分以上升，去其一分以下生。黄钟、大吕、太簇、夹钟、姑洗、仲吕、蕤宾为上，林钟、夷则、南吕、无射、应钟为下。

再看《淮南子·天文训》的记载：

黄钟位子，其数八十一，主十一月，下生林钟。林钟之数五十四，主六月，上生太簇。太簇之

数七十二，主正月，下生南吕。南吕之数四十八，主八月，上生姑洗。姑洗之数六十四，主三月，下生应钟。应钟之数四十二，主十月，上升蕤宾。蕤宾之数五十七，主五月，上升大吕。大吕之数七十六，主十二月，下生夷则。夷则之数五十一，主七月，上升夹钟，夹钟之数六十八，主二月，下生无射。无射之数四十五，主九月，上升仲吕。仲吕之数六十，主四月，极不生。

最后看《汉书·律历志》的记载：

律吕唱和，以育成化，歌奏用巧。指顾取象然后阴阳万物靡不条——该成。帮以成之数忖该之积，如法为一寸，则黄钟之长也。参分损一，下生林钟。参分林钟益一，上生太簇。参公太簇损一，下生南吕。参分南吕益一，上生姑洗。参分姑洗损一，下生夹钟。参分夹钟益一，上生亡射。参分亡射损一，下生中吕。阴阳相生，自黄钟始而左旋，八八为伍。

表 3.2.1.1 为严格按三分损益法计算的数值表。从三种生律法之比较可以看到三者之差别。《吕区春秋》与《淮南子》两种生律法基调不同，但循环顺序相同。《汉书》生律法，虽然基调与《淮南子》的相同，但顺序则不同。实际上《吕区春秋》和《汉书》都没有给出具体数值，《淮南子》给出的是取整值。

	《吕氏春秋》	《淮南子》	《汉书》
1	108.00(林 钟)	81.00(黄 钟)	81.00(黄 钟)
2	101.13(夷 则)	75.85(大 吕)	72.00(太 簇)
3	96.00(南 吕)	72.00(太 簇)	64.00(姑 洗)
4	89.89(无 射)	67.42(夹 钟)	56.89(蕤 宾)
5	85.33(应 钟)	64.00(姑 洗)	54.00(林 钟)
6	81.00(黄 钟)	59.93(仲 吕)	50.57(夷 则)
7	75.85(大 吕)	56.89(蕤 生)	48.00(南 吕)
8	72.00(太 簇)	54.00(林 钟)	44.95(无 射)
9	67.42(夹 钟)	50.57(夷 则)	42.67(应 钟)
10	64.00(姑 洗)	48.00(南 吕)	37.93(大 吕)
11	59.93(仲 吕)	44.94(无 射)	33.71(夹 钟)
12	56.89(蕤 宾)	42.67(应 钟)	29.91(仲 吕)

表 3.2.1.1 三种生律法比较

三分损益生律法是一个巧妙的数学设计。虽然其设计思想未予示明，但可以从中悟出。两种五音生律法，实质反映着两种不同的设计目标。以黄钟下生始的生律法，要求第五次上生回到黄钟；而以黄钟上生始的生律法，要求第五次下生得到半律黄钟。同样，对于十二律也是如此。《吕氏春秋》自黄钟上生始的生律法，要求第十二次上生回到黄钟；而《淮南子》的自黄钟上生始的生律法，要求第十二次下生得半律黄钟。当然，三分损益法，只能近似满足这些要求。

但是，《汉书》的生律法，除近似满足得到半律黄钟外，有规律的上下相间而生，还可以赋予律吕阴阳相生的意义。从音乐物理视角看，得到半律黄钟最有意义，所以黄钟下生始的生律法流传久远。

3.2.2 旋宫法的困难与十二等比律的发明

旋宫根源于五音与十二律的结合。即以五音为基音产生五种调式，每一调式的基音与十二律之一相合。被西汉刘歆改称为《周礼》的《周官》中已有“旋宫”的记载。《周官》相传为周公所作，为天官、地官、春官、夏官、秋官和冬官六篇。《周官》大司乐章有黄钟、夹钟、林钟、轮换为宫说：

黄钟（宫）、大吕（角）、太簇（徵）、应钟（羽）；夹钟（宫）、黄钟（角）、大簇（徵）、姑洗（羽）；林钟（宫）、太簇（角）、姑洗（徵）、南吕（羽）。

《礼记·礼运》明确载有“五音六律十二管，还相为宫”的说法。《淮南子·天文训》说：

其以为音者也，一律而生五音，十二律而为六十音。因而六之，六六三十六，故三百六十音，以当一岁之日。故律历之数，天地之道也。下生者

倍，以三除之；上生者也，以参除之。

《淮南子》这里，根据依律历融合观，给出一种依三分损益法和旋宫法扩展音律系统的进路。

第一个系统的旋宫法是西汉京房的六十律法。南北朝宋钱之乐将京房的六十律括充为三百六十律。京房的律法在司马彪的《续汉书·律历志》中有详细记载。钱乐之律法在《隋书·律历志》中有概略记述。但是这类律法都不成功。原因有二：其一，管长差太小，如三百六十律管差小到0.03分，无实用意义；其二，三分损益法只能得到近似等比数列，造成旋宫困难，如京房六十律只前十八律较好地满足旋宫要求。

这种困难根源于三分损益法本身。这可以通过具体的数值分析得以印证。下面对五音和十二律的分析，是在九进制下，由三分损益法算得的结果。

五音系统

音名	管长（寸）	管长差（寸）	管长比
宫	9.00		
商	8.00	1.00	1.13
角	7.11	0.89	1.12
徵	6.00	1.11	1.17
羽	5.33	0.67	1.14

十二律系统

律名	管长(寸)	管长差(寸)	管长比
黄钟	9.00		
大吕	8.43	0.57	1.07
太簇	8.00	0.43	1.05
夹钟	7.49	0.51	1.07
姑洗	7.11	0.38	1.05
仲吕	6.66	0.45	1.07
蕤宾	6.32	0.34	1.05
林钟	5.62	0.70	1.12
夷则	5.33	0.29	1.05
南吕	4.99	0.34	1.07
无射	4.74	0.25	1.05
应钟	4.49	0.25	1.05

这两个数值表表明，三分损益法的实际效果确实近“等比律”，而不是近“等差律”。因为，这些数值表明，对等差律的误差为 10% 的量级，对旋宫来说是不容忽视的。

为了克服旋宫困难，各种调律法被提出，重要的人物有何承天(370~447)、刘焯(544~610)、王朴(907~960)、朱载堉，唯最后者获得完全成功。

何承天的调律法被称之为“均差法”。黄钟生律十一次所得仲吕，再生一次回归黄钟为理想。但黄钟 9 寸，而仲吕

8.88 寸，差 0.12 寸。他将此 0.12 过均分十二等份，按十二律顺序号相应地加上 $(n-1) \times 0.01$ 。这是一种经验公式，所得新律依次为：9.00、8.49、8.02、7.58、7.15、6.77、6.38、6.01、5.70、5.36、5.09、4.79；相应的管长比依次为：1.06、1.06、1.06、1.06、1.06、1.06、1.06、1.05、1.06、1.05、1.06。除两个为 1.05 外，其余皆为 1.06，很近等比律。

刘焯提供的是等差律法，与乐理相背。他的律法公式为：

$$L_n = \frac{63 - 3(n-1)}{7}$$

按此计算得出十二律管长依次为：9.00、8.57、8.14、7.71、7.28、6.85、6.42、6.00、5.57、5.14、4.71、4.28；相应的管长比依次为 1.05、1.05、1.06、1.06、1.06、1.07、1.07、1.08、1.08、1.09、1.09。

王朴律法以十三根不同长度的弦为律准，按三分损益法调得律长依次为：9.00、8.44、8.00、7.51、7.13、6.68、6.33、6.00、5.63、5.34、5.01、4.75、4.50；相应的弦长比依次为：1.07、1.06、1.07、1.05、1.07、1.06、1.06、1.07、1.05、1.07、1.06、1.05。虽能勉强回到黄钟，但等比性并不好。

朱载堉从黄钟倍律 2 出发，以 $\sqrt[12]{2}$ 连续除之，按十进制法计算律长到 25 位小数。自黄钟起各律倍律在 2 位小数精度内，依次为：2.00、1.89、1.78、1.68、1.59、1.50、1.41、1.33、1.26、1.19、1.12、1.06；是一个等比数列，比

例为 1.06。他的具体生律法在其《律吕精义》中有如下叙述：

度本起于黄钟之长，即度法一尺。命平方一尺为黄钟之率。东西十寸为句，自乘得百寸为句幂；南北十寸为股，自乘得百寸为股幂；相并得二百寸为弦幂。乃置弦幂为实，开平方法除之，得弦一尺四寸一分四厘二毫一丝三忽五微六纤二三七〇九五〇四八八〇一六八九，为方之斜，即圆之径，亦即蕤宾倍律之率；以句十寸除之，得平方积一百四十一寸四十二分一十三厘五十六毫二十三丝七十三忽〇九五〇四八八〇一六八九为实，开方法除之，得一尺一寸八分九厘二毫〇七忽一微一纤五〇二七二〇六六七一七五，即南倍律之率；仍以句十寸乘之，又以股十寸乘之，得立方积一千一百八十九寸二百〇七分一百一十五厘〇〇二毫七百二十一毫六十六忽七一七五为实，开立方除之，得一尺〇五分九厘四毫六丝三忽〇九纤四三五九二九五二六四五六一八二五，即应钟倍律之率。盖十二律黄钟为始，应钟为终，终而复始，循环无端。此自然起，犹贞后元生、坤尽复来也。是故各律皆以黄正数十寸乘之为实，皆以应钟倍数十寸〇五分九厘四毫六丝三忽〇九纤四三五九二九五二六四五六一八二五为法除之，即得其次律也。安有往而不复之理哉。

3.2.3 律法易理

依阴阳五行、卦爻系统及河图洛书，对五音十二律及其衍生系统的生成和结构作诸多解释，在律学和易学史上履见不鲜。主要的解释基础是由京房和杨雄建立的，清代江永可谓集大成者。主要内容为以旋宫转调为基础的音律五行干支系统、生律法的形式化表示及其河洛理数根源。

宫	徵	商	羽	角
黄钟	林钟	太簇	南吕	姑洗
林钟	太簇	南吕	姑洗	应钟
太簇	南吕	姑洗	应钟	蕤宾
南吕	姑洗	应钟	蕤宾	大吕
姑洗	应钟	蕤宾	大吕	夷则
应钟	蕤宾	大吕	夷则	夹钟
蕤宾	大吕	夷则	夹钟	无射
大吕	夷则	夹钟	无射	仲吕
夷则	夹钟	无射	仲吕	黄钟
夹钟	无射	仲吕	黄钟	林钟
无射	仲吕	黄钟	林钟	太簇
仲吕	黄钟	林钟	太簇	南吕

图 3.2.3.1 旋宫六十调式

图 3.2.3.1 给出的是旋宫六十调结构。旋宫转调的形式结构基于对八卦重为六十四卦的类比提出的。五音和十二律结合形成六十调之方法，以十二律轮相主宫，完成五音的十二种组合。这种组合方法至明代朱载堉才完成了一个按五音、十二律各自之生成序相重的完善的结构系统。

京房认识到这种十二律六十调式的组合因不等率所致之不完美，更依律历融通之科学文化观，才创六十律法。他察知黄钟生律至仲吕，但仲吕再上生不满九寸，乃谓其执始，继续依十二律三分损益法生律，执始下生去灭……上下相生，终天下南事，共增四十八律，合原十二律得六十律。京房自叙说：

学焦延寿，用六十律相生之法。以上生下，皆三生二；以下生上，皆三生四。阳下生阴，阴上生阳，乃还相为宫之正法也。

京房六十律已不同于十二律，组合之六十调式需一个相应的表示系统。出于律历融通之考虑，他选用干支配合表示法。按阴阳之义，将干支各分为两类，以合律吕之阴阳。十天干之阴阳相间，甲、丙、戊、庚、壬为阳，乙、丁、己、辛、癸为阴；十二地支之子、寅、辰、午、申、戌为阳，丑、卯、巳、未、酉、亥为阴。按阴阳之义干支相配合律吕，得六十律干支系统。

	甲	乙	丙	丁	戊	己	庚	辛	壬	癸
子	甲乙		丙子		戊子		庚子		壬子	
丑		乙丑		丁丑		己丑		辛丑		癸丑
寅	甲寅		丙寅		戊寅		庚寅		壬寅	
卯		乙卯		丁卯		己卯		辛卯		癸卯
辰	甲辰		丙辰		戊辰		庚辰		壬辰	
巳		乙巳		丁巳		己巳		辛巳		癸巳
午	甲午		丙午		戊午		庚午		壬午	
未		乙未		丁未		己未		辛未		癸未
申	甲申		丙申		戊申		庚申		壬申	
酉		乙酉		丁酉		己酉		辛酉		癸酉
戌	甲戌		丙戌		戊戌		庚戌		壬戌	
亥		乙亥		丁亥		己亥		辛亥		癸亥

图 3.2.3.2 六十律干支系统

扬雄赋予干支以数值。他在《太玄·玄数》中说：

五行用事者王，王所生相。故王废胜，王囚王，所胜死。其在声也，宫为君，徵为事，商为相，角为民，羽为物。其以为律吕也，黄钟生林钟，林钟生太簇，太簇生南吕，南吕生姑洗，姑洗生应钟，应钟生蕤宾，蕤宾生大吕，大吕生夷则，夷则生夹钟，夹钟生无射，无射生仲吕。

子、午之数九，丑未八，寅、申七，卯、酉

六，辰、戌五，巳、亥四。故律四十二，吕三十六，并律吕之数，或还或否，凡七十有八。黄钟之数立焉，其以为度也，皆生黄钟。

甲、己之数九，乙、庚八，丙辛七，丁、壬六，戊、癸五。声生于日，律生于辰。声以情质，律以和声，声律相协而八音生。

为了清楚，这些赋值可按天干、地支分列：甲九，乙八，丙七，丁六，戊五，己九，庚八，辛七，壬八，癸五；子九，丑八，寅七，卯放，辰五，巳四，午九，未八，申七，酉六，戌五，亥四。图 3.2.3.3 是历史上有名的扬雄积数纳音五行系统。

甲子乙丑三十四金	甲申乙酉三十水	甲辰乙巳二十六火
丙寅丁卯二十六火	丙戌丁亥二十二土	丙午丁未三十水
戊辰己巳二十三木	戊子己丑三十一火	戊申己酉二十七土
庚午辛未三十二土	庚寅辛卯二十八木	庚戌辛亥二十四金
壬申癸酉二十四金	壬辰癸巳二十水	壬子癸酉二十八木
甲戌乙亥二十六火	甲午乙未三十四金	甲寅乙卯三十水
丙子丁丑三十水	丙申丁酉二十六火	丙辰丁巳二十二土
戊寅己卯二十七土	戊戌己亥二十三木	戊午己未三十一火
庚辰辛巳二十四金	庚子辛丑三十二土	庚申辛酉二十八木
壬午癸未二十八木	壬寅癸卯二十四金	壬戌癸亥二十水

图 3.2.3.3 扬雄积数纳音图

扬雄对干支赋值并将音律的干支值与五音的五行标示对应，提供了六十音律的干支五行表示系统。积数图中每项都由音律名、积数和五行所属三要素组成。如“甲子乙丑三十四金”意即甲九、子九、乙八、丑八加和为三十四，归属五行之金。五声分属五行，扬雄亦有记载：宫属土，商属金，徵为火，角属木，羽属水。扬雄数纳音图改为五声分类形式，则得葛稚川纳音图。

宫（土）	庚子庚午	辛丑辛未	戊寅戊申
	己卯己酉	丙辰丙戌	丁巳丁亥
徵（火）	戊子戊午	己丑己未	丙寅丙申
	丁卯丁酉	甲辰甲戌	乙巳乙亥
羽（水）	丙子丙午	丁丑丁未	甲寅甲申
	乙卯乙酉	壬辰壬戌	癸巳癸亥
商（金）	甲子甲午	乙丑乙未	壬寅壬申
	癸卯癸酉	庚辰庚戌	辛巳辛亥
角（木）	壬子壬午	癸丑癸未	庚寅庚申
	辛卯辛酉	戊辰戊戌	己巳己亥

图 3.2.3.4 葛稚川纳音图

这种对六十音律赋值法并非依物理规律 甚少数学规律，只不过在一种文化观支配下的形式化方式而已。所以对其中的数学组合解释不一，难得一致。尽管如此，许多易学家还是迷恋于这种研究，但此途在科学上鲜有所获。

醉心于探求律法易理者。莫过于江永。当他读过朱载堉的《匀律全书》后，自叹不如而折服于他。尽管如此，我们还是要介绍江永的心力所致，以察律法易理之流弊。

江永在其《河洛精蕴》中倾心寻找律法的易理根据，特别是其河洛本源。他笃信河图为数之源，因而认为“音律实仿于此”。据《礼记·月令》中的“春木其音角，其数八；夏火其音徵，其数七，中央土，其音宫，其数五；秋金其音商，其数九；冬水其音羽，其数六”，而将五音配河图，以解释五音清浊、顺序、相生、变调诸项。

他以一、六配羽，二、七配徵，三、八配角，四、九配商，五、十配宫。顺序而列为：一羽，二徵，三角，四商，五宫，六羽，七徵，八角，九金，十宫。五生数一、二、三、四、五所代表之五音为清音，六、七、八、九、十代表浊音，由大到小五、四、三、二、一和十、九、八、七、六、为五音宫、商、角、徵、羽之音席。

河图与五音的这种配位，不仅用于说明清浊和音序，还被他用十二律“隔八相生”。按河图中南西北东的顺序，中五至南二数八数，黄钟宫生林钟（徵）；南二至西九数八位，林钟（徵）生太簇（商）；西九至北六数，太簇（商）生南吕；北六至东三数八位，南吕（羽）生姑（角）；东三至中十数八位，姑洗（角）生应钟（变宫）；中至南七数八位，应钟（变宫）生蕤宾（变徵）；南七至西四数八位，蕤宾生大吕；西四至北一数八位，大吕生夷则；北一至东八数八位，夷则生夹钟；东八至中五数八位，夹钟生无射；中五至南二数八位，无射生仲吕。

江永将纳音五行绘为母子数图，以解释杨雄积数纳音。

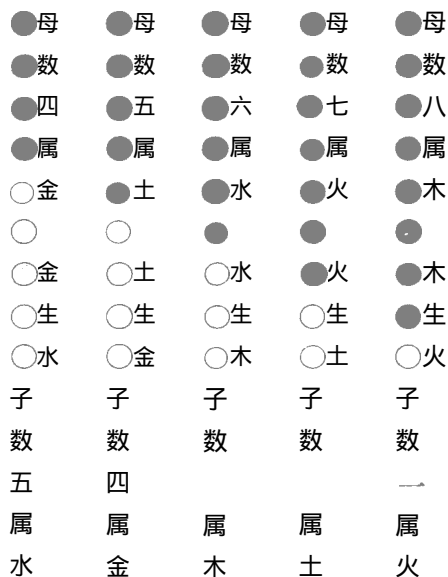


图 3.2.3.5 江永纳音五行母子数图

母子数图中各列九数，黑为母，白为子。黑点数决定母之五所属，据五行相生规则确定子数五行行属为：子数为火，子二数为土，子数三为木，子数四为金，子数五为水。他认为的母子数图杨雄纳音积数中的五行所属表明的正是这种母生子之理，积数去十、五之余数即为子数。

3.3 时相表示系统

易卦时相表示系统出现在卦气说、纳甲说和爻辰说之中。作为时相表示系统。所谓卦气，是将《周易》易卦系统与四季、十二月、二十四节气、七十二候配合。而纳甲说是将易卦系统与十天干甲、乙、丙、丁、戊、己、庚、辛、壬、癸相配。爻辰说的基本构架是将十二地支子、丑、寅、卯、辰、巳、午、未、申、酉、戌、亥与易卦配伍。我们不详细讨论这些表示系统产生的一般文化的根源和特殊的科学背景，而专注于其形式系统的分析，以识别其科学性的程度。

3.3.1 卦气系统

卦气时相表示系统，可以分为四个简繁等级：四卦表示系统、八卦表示系统、十二卦表示系统和六十四卦表示系统。

四卦表示系统

四卦表示系统是以六爻坎、震、离、兑表示二十四节气，所谓四正卦主二十四节气，如图 3.3.1.1 所示。四正卦共二十四爻，洽与二十四节气合。

坎（水监令）	震（木监令）	离（火监令）	兑（金监令）
●○●●●○●	○●●●○●●	○●●○○●○	○○●○○●●
初二三四五上	初二三四五上	初二三四五上	初二三四五上
冬小大立雨惊	春清谷立小芒	夏小大立处白	秋寒霜立小大
至寒寒春水蛰	分明雨夏满种	至暑暑秋暑露	分露降冬雪雪

图 3.3.1.1 四正卦主二十四节气图

八卦表系统

八卦表示系统有三种。一种是用三爻八卦依坤、兑、艮、离、坎、巽、震序表示二十四节气，另一种是以六爻八卦表示四至四分和十二个月，再一种是借八宫卦表示十二个月。第一种见于元包经，图 3.3.1.2 为其二十四节气表。

坤一	●●●	大寒	立春	雨水
乾二	○○○	惊蛰	春分	清明
兑三	○○●	谷雨	立夏	小满
艮四	●●○	芒种	夏至	小暑
离五	○●○	大暑	立秋	处暑
坎六	●○●	白露	秋分	寒露
巽七	●○○	霜降	立冬	小雪
震八	○●●	大雪	冬至	小寒

图 3.3.1.2 元包经中天八卦节气表

第二种见于京房易说，以八卦示二分二至四立八节尚能洽配，而配十二个月则缺四卦，图 3.3.1.3 表明了其缺陷。

●○●○●○●	坎	冬至	十一月
○●○●○●●	艮	立春	正月
●●○●●○●	震	春分	二月
○●○●○●●	巽	立夏	四月
○●○●○●○	离	夏至	五月
●●●●●●●	坤	立秋	七月
●○●○●○●	兑	秋分	八月
○●○●○●○	乾	立冬	十月

图 3.3.1.3 八卦卦气表

第三种八宫卦气表示法，胡一桂《周易启蒙翼传》载京房八宫起月例。八宫卦分阴阳，所主月份不同。因八宫各有上世、一世、二世、三世、四世、五世、游魂、归魂、八代。而各代世又分阴阳两类，每类各四卦，总合六十四。八宫卦气表示法，四卦表一月，表十二月只需四十八卦，尚余十六卦。为把十二月全部纳入八宫必有重复。从图 3.3.1.4 八宫起月例可以看出并没有什么明显规律可寻，不仅重复，而且世代的阴阳属性与月份气候冷暖正相反。无论从卦的阴阳之理，还是从卦符上皆无可取。

		八		宫	
		阳		阴	
上世	乾震坎艮	4 月	坤巽离兑	10 月	
一世	姤豫节贲	11 月	复小畜旅困	5 月	
二世	遁解屯大畜	12 月	临家人鼎萃	6 月	
三世	否恒既济损	1 月	泰益未济成	7 月	
四世	观升革睽	2 月	大壮无妄蒙寒蹇	8 月	
五世	剥并主履	3 月	夬噬嗑涣谦	9 月	
游魂	晋大过明夷中孚	2 月	需颐讼小过	8 月	
归魂	大有随师渐	1 月	比蛊同人归妹	7 月	

图 3.3.1.4 八宫起卦例

十二卦表示系统

从六十四卦中选出复、临、泰、大壮、夬、乾、姤、遁、否、观、剥、坤十二卦，其排列顺序所给出的图象，完美地表现了阴阳消息之图象，如图 3.3.1.5 所示。西汉京房首先用它表示十二个月，这是个绝妙的发明。

○●●●●●	复卦	十一月中	冬
○○●●●●	临卦	十二月中	冬
○○○●●●	泰卦	正月中	春
○○○○●●	大壮卦	二月中	春
○○○○○●	夬卦	三月中	春
○○○○○○	乾卦	四月中	夏
●○○○○○	卦	五月中	夏
●●○○○○	遁卦	六月中	夏
●●●○○○	否卦	七月中	秋
●●●●○○	观卦	八月中	秋
●●●●●○	剥卦	九月中	秋
●●●●●●	坤卦	十月中	冬

图 3.3.1.5 十二辟卦对应十二月

六十四卦表示系统

历法将一年划分为十二个月，更细的划分是将一年分为二十四气，月首之气称节气，月中之气称中气，节气和中气又都分初候、次候和末候共七十二候。为了用六十四卦表示一年十二个月、二十四气和七十二候，六十四卦表示系统以坎、震、离、兑四正卦主二十四气，其余六十卦被分为辟、公、候、卿、大夫五组分主七十二候。四正卦共二十四爻，治好每爻代表一个气。辟、公、候、卿、大夫各含十二卦，其所属卦名如下：

十二辟卦：

复、临、泰、大壮、夬、乾、
姤、遁、否、观、剥、坤

十二公卦：

中孚、升、渐、解、革、小畜、
咸、履、损、贲、困、大过

十二候卦：

屯、小过、需、豫、旅、大有、
鼎、恒、巽、归妹、艮、未济

十二卿卦：

睽、益、晋、蛊、比、井、涣、
同人、大畜、明夷、噬嗑、颐

十二大夫卦：

谦、蒙、随、讼、师、家人、丰、
节、萃、无妄、既济、蹇

图 3.1.1.6 辟、公、候、卿、大夫卦表

十二辟卦主十二个月，亦称“十二月卦”。六十卦配七十二候，每候配一卦。因候分初、次、末，其相应的配卦称始卦、中卦和终卦，二十四初候配以公卦和候卦。二十四次候配以辟和代夫卦。六十卦中只剩下十二卿卦，不足以配二十四末候，乃以候卦补之。候卦分内外，外初候，内配末候。

图 3.3.1.7 为一行依孟喜说所制卦气图。

常气	月中节四正卦	初候始卦	次候中卦	末候终卦
冬至	十一月中坎初六	公中孚	辟复	候屯内
小寒	十二月节坎九地	候屯外	大夫谦	卿睽
大寒	十二月中坎六三	公升	辟临	候小过内
立春	正月节坎六四	候小过外	大夫蒙	卿益
雨水	正月中坎九五	公渐	辟泰	候需内
惊蛰	二月节坎上六	候需外	大夫随	卿晋
春分	二月中震初六	公解	辟大壮	候豫内
清明	三月节震六二	候豫外	大夫讼	卿蛊
谷雨	三月中震六三	公革	辟夬	候旅内
立夏	四月节震九四	候旅外	大夫师	卿比
小满	四月中震六五	公小畜	辟乾	候大有内
芒种	五月节震上六	候大有外	大夫家人	卿井
夏至	五月中离初九	公咸	辟姤	候鼎内
小暑	六月节离六二	候鼎外	大夫丰	卿涣
大暑	六月中离九三	公履	辟遁	候恒内

图 3.3.1.7 一行卦气图

常气	月中节四正卦	初候始卦	次候中卦	末候终卦
立秋	七月节离九四	候恒外	大夫节	卿同人
处暑	七月中离六五	公损	辟否	候巽内
白露	八月节离上九	候巽外	大夫萃	卿大畜
秋分	八月中兑初九	公贵	辟观	候归妹内
寒露	九月节兑九二	候归妹外	大夫无妄	卿明夷
霜降	九月中兑六三	公困	辟剥	候艮内
立冬	十月节兑九四	候艮外	大夫既济	卿噬嗑
小雪	十月中兑九五	公大过	辟坤	候未济内
大雪	十一月节兑上六	候未济外	大夫蹇	卿颐

图 3.3.1.7 一行卦气图（续）

3.3.2 卦纳干支系统

对于中古代以十天干和十二地支相配组成以六十为周期的计时系统，与易卦系统相配而得卦纳干支系统。卦纳干支的基本方法是，卦纳干，爻纳支。因十干支以甲为首，故十天与卦相配称“纳甲”。因十支与天度十二宫次相应，故十二支与卦相配称“纳辰”。纳甲法有六爻卦纳甲和三爻卦纳甲之分，爻辰法有京房的和《易纬》及郑玄的二类方法。

京氏六爻卦纳干支系统

京房纳干支系统以阴阳说为基础，将八卦、十干和十二支各分为阴阳两组：乾、震、坎、艮为阳组，坤、巽、离、兑为阴组；甲、丙、戊、庚、壬为阳组，乙、丁、己、辛、癸为阴组；子、寅、辰、午、申、戌为阳组；丑、卯、巳、未、酉、亥为阴组。然后，阳卦纳阳干、阳支，阴卦纳阴干、阴支。因卦八干十，数不相洽，故将乾、坤两卦拆为内、外而纳。乾内纳甲，外纳壬；坤内纳乙，外纳癸。其余为，艮纳丙，兑纳丁，坎纳戊，离纳己，震纳庚，巽纳辛。爻支从初爻到上爻，乾配子、寅、辰、午、申、戌，坤配未、巳、卯、亥、酉，震配子、寅、辰、午、申、戌，巽配丑、亥、酉、未、巳、卯，坎配寅、辰、午、申、戌、子，离配卯丑、亥、酉、未、巳，艮配辰、午、申、戌、子、寅，兑配巳、卯、丑、亥、酉、未。这样的卦配干支形成图 3.3.2.1 八卦干表。

	乾	坤	震	巽	坎	离	艮	兑
上爻	壬戌	癸酉	庚戌	辛卯	戊子	己巳	丙寅	丁未
五爻	壬申	癸亥	庚甲	辛巳	戊戌	己未	丙子	丁酉
四爻	壬午	癸丑	庚午	辛未	戊申	己酉	丙戌	丁亥
三爻	甲辰	乙卯	庚辰	辛酉	戊午	己亥	丙申	丁丑
二爻	甲寅	乙巳	庚寅	辛亥	戊辰	己丑	丙午	丁卯
初爻	甲子	乙未	庚子	辛丑	戊寅	己卯	丙辰	丁巳

图 3.3.2.1 六爻八卦干支表

魏氏三爻纳甲系统

东汉魏伯阳在其《周易参同契》中提出“月体纳甲说”，以月球之晦朔盈亏象八卦，再纳以未干。坎离分别代表日、月，其余六卦代表月光的盈过程，表示一月三十日之相。

乾象月望（十五日）纳甲，坤象月晦（三十日）纳乙，

艮象下弦（二十三）纳丙，兑象上弦（初八日）纳丁，

震象初明（初三日）纳庚，巽象初亏（十六日）纳辛。

按上述乾、坤、艮、兑、震、巽的次序排成环圆月体纳甲图，日期并非成序循环。并且，离纳己而坎纳戊，居环圆之中与月相无关，壬癸二干又无卦可纳。这是月体纳甲法大缺陷。

东汉虞翻、宋朱震、清胡渭（1633~1711）对魏氏月体纳甲法有所修改，但大同小异。唯清江永，不赞成月体纳甲说，而依河洛数立意。他假定洛书之八方位与先天八卦方位对应而得八卦之数：坤一、巽二、离三、兑四、艮六、坎七、震八、乾九，如图 3.3.2.6 所示。

4		9		2
	兑	乾	巽	
3	离		坎	7
	震	坤	艮	
8		1		6

图 3.3.2.6 先天八卦与洛书数对应图

江永称九、八、七、六为“降数”，一、二、三、四为“升数”。他由“渐降法”，即 $9-1=8$ ， $8-2=6$ ， $6-3=3$ ， $3-4+10=9$ ，确定出四个“渐降数”九、八、六、三，对应乾、震、艮、离四阳卦；又由“渐升法”，即 $1+1=2$ ， $2+1=4$ ， $4+3=7$ ， $7+4=11-10=1$ ，确定四“渐升数”，一、二、四、七，对应坤、巽、兑、坎四阴卦。于是，由九、八、六、三、一、二、四、七爻序确定出八卦序为乾、震、艮、离、坤、巽、兑、坎。

与魏氏纳甲法同，江永以戊己居中，从戊开始“以七数纳”。依天干顺序，从戊数至七为甲，从甲开始数至七为庚……，以此类推。这样可确定天干纳序：甲、庚、丙、壬、乙、辛、丁、癸。将“渐降和渐升”八卦与“以七数纳天干序”对应得：

乾纳甲，震纳庚，艮纳丙，离纳壬，

坤纳乙，巽纳辛，兑纳丁，坎纳癸。

不管江永纳甲法还有什么不足，但把纳甲法建立在一个数字规律的基础上，远远超过了前人。

易纬爻辰系统

爻辰时相表示法为《易纬·乾凿度》及郑玄创立。前者以六爻配十二辰代表十二个月，后者以六爻配十二辰，代表十二律。关于郑玄爻辰说，我们已在 § 3.2 音律表示法系统中讨论过，这里只讨论易纬爻辰说。

易纬《乾凿度》

据六十四卦阴阳相偶之理，以对偶两卦之十二爻配一年之十二月和十二支。按六十四卦序从乾坤到既济未济共三十

二对卦，形成一个三十二年的循环周期。

其配法依据理念，符号规律不明鲜，作为科学史没有详细讨论的价值。我们这里只举乾坤、泰否配五两例，以示一斑，如图 3.3.2.7。



图 3.3.2.7 爻辰图

第四章

易学与中国科学范式的形成

中国传统科学的基本范式早熟地形成于秦汉时期。数学、医学、历法天文学以及丹学的基本构架都大体奠定了基础。其形成与易学有何关系是本章所要讨论的主题。我的讨论将从极不可靠的易学科学起源的诸假说谈起，然后进入关于《易传》的科学思想、秦汉时期的宇宙模式和几门传统科学范式的讨论。

4.1 易学的科学起源问题

《易》的起源是易学史的最为困扰人的难题。《易传·系辞》最早提出伏羲画八卦的说法。《左传》中韩宣子说《易

象》为周公之德，王充（27～约 57）认为文王“图八卦”并“自演六十四卦”，后世沿袭的却是《汉书·艺文志》的“人更三圣，历世三古”之说，即认为伏羲氏画八卦，周文王演六十四卦并作卦爻辞，孔子（551～479B.C.）作传解经。南宋朱熹又概括为“人更四世”，把周公作爻辞纳入。“五四”时期实证史学的“疑古思潮”，根据当时的史料及对其的理解，认为《易》之经文为汉人所作。可是新的考古发掘表明，从新石器时代的骨片、石器，殷周时期的甲骨和铜器上的大量有关数字的铭刻，可视为占蓍数符号，并能与《周易》之卦爻符号相契合。卦符的远古背景依稀可见，从而又把人们引向探索《周易》卦爻符号起源的方向。

自张政烺提出“数字卦”^①概念以后，易图起源的“数甲说”^②被较多学者研究。这种探源，获得较丰成果，骨片、石器、甲骨、金文资料表明，《周易》卦爻符号（--和一）体系的形成，有一个从新石器时代至汉代很长的过渡时期。由于本书的主题所限，我们将要讨论的不是《周易》探源的这一主流，而专注于它的科学起源。与“数甲说”不同，虽然这方面的探源也注重卦爻体系，但其出发点和内涵不是占筮而是科学。以天文历数视角探讨《易》的起源所提出的诸假说，虽然还远不严密，尚有许多疑难，但也有不少进展。其中可信度较大者或对今后的讨论有启发者应当作为易学科学

①张政烺：《试释周初青铜铭刻文中的易卦》，《考古学报》，1980年，第4期。

②顾明：《周易象数图说》，中国社会科学出版社，1990年，第一章“易图的起源”。

史记载下来。

当然 我们尚不可能对“科学源于易”还是“易源于科学”作出明确判断。《易传·系辞下》第二章关于包牺画卦那段文字，可以认为是科学源于易的说教。这段话的意思何只科学起源于易，它把八卦看作中国一切文化的起点和根源。按照这种“制器尚象”的说教，中国全部文化都起源于包牺氏画的八卦符号。这倒很符合怀特（Leslie A. White, 1900~1975）等人的“符号文化学”的观点。但是，我们还是应当等待考古发掘的“证实”。从相反的方向考虑的“易源于科学”的诸假说，现在已很流行，当然也需等待进一步的证据。但对于本书的论题，我们有理由重视它们。因此，虽然这类假说不是无懈可击，甚至互相抵触，我们还是在“史”中记录它们。这些假说主要是六十四卦、八卦甚至河图的天文学起源说。

4.1.1 卦志天象说

从天文历数角度考察《易》之起源作出最系统的阐释者首推郑亦同（1903~1984）。郑亦同 1950 年从香港移居新加坡，改名衍通，号雁荡山人。在南洋大学任教，其著作《周易探源》于 1972 年由该校出版。其中提出“卦志天象说”。

该《周易探源》以其 511 页的篇幅，包括 12 幅八卦天运图，着重从天文历数角度探讨《周易》的起源。作者自认是象数派的继承者，强调“易之全书，无处非象，象由卦成体，辞随卦象立，意以卦辞见”，并确信“八卦之象，天象而已。天象者何，日月星也”，提出“卦志天象”的假说。

郑亦同的“卦志天象”假说的要点是：卦序表十二星辰次序，卦辞爻辞是天文学的用语。他坚持八卦二十四爻应是联贯而象周天。因此他进而认定，卦不可横画而各自独立，应竖排而联贯成圆周。竖排八卦之圆周对应十二次星次：星纪、元枵、女取觜、大梁、实沉、鹑首、鹑火、鹑尾、寿星、大火、析木。每二爻配一星次，代表天，左旋排列（时针旋向），并且以子、丑、寅、卯、辰、巳、午、未、申、酉、戌、亥相配，以代表地。具体配法是根据八卦的自然顺序和经传文确定。作者认为八卦的自然顺序应是乾一、震二、坎三、艮四、坤五、巽六、离七、兑八。

这样的八卦序与《说卦》不同，它具有完美的对称性，从方位上讲它是离南坎北，乾西坤东。作者申述其乾西坤东的理由时提出经传文中的根据。因为《易传·系辞》有：“坤其易之门耶？”阖户之坤，辟户之乾，所以坤象日出，乾象日没，故乾西坤东。在星次坤当大火，乾当大梁；一为三月，一为九月，春启秋闭，春阳秋阴；而在辰则坤对卯，乾对酉。更细致的论证还有乾坤卦辞的印证。乾九三曰：“君子终日乾乾，夕惕若。”意指太阳（君子）经过一天的运行而进入黄昏之时。坤卦辞“牝马之贞”讲的是坤卦属阴，因为坤卦经大火星次之房宿，房又名天_马星，属阴，正指雌性牝马。

六十四卦之卦爻作为记录天象的符号，分为内体和外体。内体为天象之动体，以志星宿之分际，十二辰为大地之静位，以志大地昼夜之时间。十二次之星旋转一周，亦即八卦相率而历十二辰位，于是有六爻之重卦，十二辰旋转一周得六十四卦。郑亦同在书中以 3/5 的篇幅分别用八组来论述时位与星次的关系。

郑亦同对易经文中的元亨利贞吉凶悔吝厉无咎孚等十二个字作了天文学解释。此十二字贯穿全经：在全经六十四卦中只有两卦没有出现，在 384 爻的 312 爻中出现，占总爻数的 80%以上；全经 4157 个字，上述十二字出现达 825 字次，字频约为 1/5。

作者把元、亨、利、贞、释为志日月星辰时位的符号。元起于酉正终于子正，亨起于子正终于卯正，利起于卯正终于午正，贞起于午正终于酉正，元亨为子正之点，志一日之终始，利贞为午正之点，中星所取，亨利为卯正之点，日出星没，气象更新；贞元为酉正之点，日落星见，夜以继日。

悔吝是象数的标志。系辞传曰：“悔吝者言乎其小疵也。”小疵指历数不当爻，或稍前或稍后，离爻甚近。象数过爻为悔，不及爻为吝，厉为两卦之间，吉凶指得失之象。

4.1.2 八卦源十月历说

由于彝族十月历的启示，陈久金^①又使八卦起源回到系辞所称的伏羲时代。他的讨论从彝族十月历到五行说，进而又联系《易传·系辞》中的天地数和河图洛书以及八卦。

大小凉山彝族十月太阳历的结构已近乎弄清。这种历法，一年十个月分为上下两个半年共 360 天，其余 5~6 天不计，作为过年。与五行有联系之处在于，一年被分为土、

^①陈久金：《阴阳五行八卦起源新说》，《自然科学史研究》，第 5 卷（1986 年），第 2 期，第 97~112 页。

铜、水、木、火五季，每季分为公母两个“特补特摩”（意为时节）。彝族是古西羌族的一支，因而又使人想到孔子从夏宗室得到的《夏小正》。有了彝族十月历，再重新研究《夏小正》，把它作为十月历看待，按 12 月难于理解之处迎刃而解。《夏小正》反映的西羌文化是彝族的渊源。

由十月历五季特补特摩的启示，五行说也得到新的理解，即早期的五行说不是金木水火土“五材”，而是气之“五节”。夏代使用十月历只讲“五时”而不说“四时”。到春秋时期已行四时制，但古代的五时之说一直流传到汉代。《管子·五行篇》所示“作立五行以正天时”无疑将五行划为“天时”之列，而《吕氏春秋》则直称五行为“五气”，董仲舒（179~104B.C）《春秋繁露·五刑相生》说“天地之气，合而为一，分为阴阳，判为四时，列为五行”并未脱离气，班固《白虎通德论》五行条直称“五行为节”。

陈久金认为《洪范》五行必属九畴大法之一的“历法”，并且认为《易传·系辞》中所说“天一，地二，天三，地四，天五，地六，天九，地十”正是说明十月太阳历基本结构的。这里的天地与彝族十月历的公母属于同一概念。他还以宋代陈抟所说的“凡一、二、三、四、五、六、七、八、九、十之数，乃天地四时节气也”（《河洛理数·大易录义》）为旁证，论证十个节即十个阳历月。

基于对《洪范》五行的历法说，陈久金进而认为，所谓“伏羲受河洛图、禹受洛书”，是说天授予他治国大法，其中包括象征王权的历法。宋代流行的河图之四方结构还保留有十月历序的大致形态，河图的十个数就是十月历的月序。

接着陈久金推断，八卦理论出自十月历系统。他对《易

传·系辞》中的“太极生两仪，两仪生四象，四象生八卦”作出解释。太极实即一年的通称。两仪指天地，实际指阴阳，为一年的上下两个半年。四象为金、木、水、火，即一年两季的再划分，称之为少阳、太阳、少阴、太阴。由四象到八卦，他认为，由三画组成的先天八卦图，下面一条属于两仪，中间一条属于四象，上面一条属于八卦，从卦画中即可看出季节的变化。少阳为春，太阳为夏，少阴为秋，太阴为冬。很明显先天八卦属于五行相生序，与十月历月序相合，而后天八卦则与之背离。

4.1.3 六十四卦志月地运动说

宋蛄庭和褚志宏发现近点月与朔望月的平均会合周期约为 413 天^①。朱灿生通过 100 年期间近点月和朔望月的日频统计发现近点月的 4 个特征点，进而假定它是六十四卦的天文背景^②。郑军的进一步分析发现，以月地连线（或日地连线）为参照，在一个月亮远地点回归周内，地球左转（或右转）64 特征点，可以用六十四卦表征这种运动的特征状态^③。这些构成了六十四卦的一个地球运动起源说。

所谓近点月指月亮绕地球运动从近地点出发再回到近地

①宋蛄庭、褚志宏：《月亮近点周与会合周的运动规律》，载《南京大学学报》，1983 年第 3 期。

②朱灿生：《太极图来源于月亮运动统计规律的探讨》，载《自然杂志》第 6 卷(1983)，第 4 期，第 248-249 页。

③郑军：《太极太玄体系》，中国社会科学出版社，1992 年。

点的一个周期。月亮在近地点（记 A）具有最大加速度，而在远地点（记为 B）则具有最小加速度。在 A→B 的途中点 C 与 B→A 的途中点 D 速度方向正相反，于是 A、B、C、D 这四个运动状态的转折点可视为近点月周期运动的四个特征点。

在日、月、地三体运动中，虽然月亮轨道的周期性是复杂的，但仍然具有准周期性，它表现为朔望月、近点月、恒星月、交点月、回归月等多种周期。这些周月的近似平衡值由小到大排列如下：

交点月	27.21222 天
回归月	27.32158 天
恒星月	27.32166 天
近点月	27.55455 天
朔望月	29.530589 天

由四个特征点割近点月所得到的四时间段虽然并不相等，但接近相等，因此可以取作记时单位。这样的时间单位叫月亮单位。一月亮单位 = $1/4$ 近点月 = $27.55455 \text{ 天} \div 4 = 6.88864 \text{ 天}$ 。以月亮单位计量月亮或地球的运动，朱灿生和郑军从不同的角度论证了六十四卦的起源。朱灿生以 16 个近点月可构成一个包含始终点的封闭周期，论证这一周期恰为 64 个月亮单位，六十四卦用以标记月亮的这一运动。郑军以月地连线为参照考虑问题，在月亮远地点回归周内地球绕月低连线顺时针方向转 64 个月亮单位，被假定为六十四卦的起源。一

如果没有历史文献证明月亮单位被使用过，这种说法只不过是对于六十四卦的一种天文解释。可巧的是，东汉贾逵已

经用“近道点”表达过，而刘洪的《乾象历》竟然把近点月的精度计算到 27.554629 天。可是，六十四卦在周初就已产生，那时是否已有近点月的认识两位作者未予考虑。

4.2 《易传》的科学思想

关于《易传》在易学史上的重要意义，中国哲学史家余敦康给出下面精辟的论述：

表面看来，在《周易》的结构形式中，传是解经之作，依附于经而存在，应该是经为主体而传为从属；但是就思想内容实质以及所体现的文化意义而言，经却是依附于传而存在的，正好颠倒过来，传为主体而经为从属。自从《易传》按照以传解经、牵经合传的原则对《易经》进行了全面解释之后，《易经》原来所具有的那种宗教巫术的思想内容和文化意义便会完全改变了，其卦爻符号和卦爻辞只是作为一种思想依附于传而存在，被《易传》创造性地转化为具有文理性特征的思想内容和文化意义。^①

①余敦康：《周易的思想精髓与价值思想》，载陈鼓应主编《道家文化研究》第一辑，上海古籍出版社，1992年，第122-142页。

《易传》的某些思想对中国传统科学的发育有极深远的影响。我们分三个层面讨论其中的科学思想：宇宙秩序原理、方法论原则和科学观。

4.2.1 宇宙秩序原理

《易传》中关于宇宙的秩序原理，可以概括为“阴阳原理”，但细分下去可为若干，主要有三：生成原理、循环原理和感应原理。它们是以阴阳概念为基础，展开说明宇宙之秩序的。

一、生成原理

科学思想是从探讨宇宙的本原和秩序开始的。所谓“本原”意指一切存在物都由它“生成”或由它“构成”。我把前一种观点称为“生成论”，而把后一种观点称为“构成论”。生成论和构成论的不同在于前者主张变化是“产生”和“消灭”或者“转化”；而后者则主张变化是不变和要素之结合和分离。这两种观点在古代的东方和西方都产生过，但在东方生成论发展成主流，而在西方构成论则发展成为主流。

生成论和构成论的差别是造成东西方传统科学思想差异的总根源。因为生成论便于建立概念体系的功能模式，适合于代数描述，代数描述又易于通过归纳发展算法程序，于是形成了中国传统科学的功能的、代数的、归纳的特征。因为构成论便于建立概念体系的结构模式，适合几何描述，几何描述又易于发展演绎推理，于是形成西方传统科学的结构、归纳的、几何的演绎的特征。

中国的生成论源于《老子》的“道生一，一生二，二生三，三生万物”的思想。《易传·系辞上》第十一章把它发展为一种逻辑化的模式：“易有太极，是生两仪，两仪生四象，四象生八卦，八卦定吉凶，吉凶生大业。”虽然这里直接讲到的是卦系的生成，但这个卦系逻辑图式是模拟自然过程的。

《易传·说卦》列出的八卦基本象征，乾象天、坤象地、震象雷、巽象风、坎象水、离象火、艮象山、兑象泽，足以表明易卦的逻辑图式是一种宇宙生成模式。这一宇宙生成模式被后世易学家发挥阐释得更为精细，成为中国传统科学思想中的一项基本的宇宙物理原理。

二、循环原理

循环原理也是源于《老子》，而在《易传》中得以进一步模式化。在《老子》那里，“循环”作为“道”的一种规律，用“反”和“复”刻画其“周行不殆”的运动。在《易传》对《易》的阐发中，特别重视论述周期现象。用“往来”、“进退”、“摩荡”、“终始”等词刻画周期运动。强调事物的“原始反终”、“往来不穷”。并且通卦爻系统将周期运动形式化。二仪、四象、八卦……各为阴阳变化之周期表示系统。向下说，每一卦是一小周期系统；往上说，卦系是更大的周期表示系统。它们表示着“刚柔相摩”、“阴阳相错”的种种周期运动。《易传》的这种循环思想和卦爻系统被后人发展到精致入微之极，直至用以阐明人类社会的演进和宇宙大循环。

循环论一直名誉不佳，特别是用于历史被认为是一种悲观的历史循环观。其实，易学的循环论并非人们所误解的“圆圈”循环观，而是“波动”或“振荡”循环观。《易传·系辞上》第一章强调“八卦相荡”，第二章强调“变化者进退之

象”。易学的循环实质上讲阴阳转化，“一阴一阳之谓道”这是与生成论一致的。美国学者卡普拉的理解是：

中国哲学家们把实在，它的终极元素称之为“道”，看作一个连续的流动和变化过程。按他们的看法，我们观察其一切现象并参与其中的这个宇宙过程，实质上是动态的。“道”的基本特征是永不止息的运动的循环性，自然界中一切演化，包括物理世界以及心理世界的和社会领域的演化，都表现着循环的图象。中国人引进极性相反的阴和阳，给这一循环思想一个明确的结构，用两极规定变化的循环：阳极生阴，阴极生阳。

在中国人看来。“道”的一切显示，一般都由这两个原极的相互作用生成。许多自然和生命的现象都具有相反的两极形象。它们并非分属于不同的类，而是属于单一整体的极端。这对于西方人来说是很难理解的，但是，理解这一点却是重要的。没有什么事物只是阴或只是阳。一切自然现象都是两极之间的一种连续振荡的显示，一切转化都逐渐并且在一个完整的过程中发生。自然秩序是阴和阳之间的动态平衡过程。❶

三、感应论

《易传·系辞上》第十章有“感而遂通天下之故”的论

❶ Fritjof Capra, *The Turning Point*, P. 35, Bantam Books, 1982.

断，而《易传·彖》对咸卦的解释又说：“咸，感也。柔上而刚下，二气感应以相与，……天地感而万物生，……观其所感，而天下万物之情可见矣！”

《易传》的感应论在西汉被董仲舒（179~118）发展为“天人感应”论且不说，它被历代易学传承和发挥而形成一种科学思想是我们的主题。“感应”同“类”的思想结合形成中国科学思想的一大特色。所谓“感应”多为“类应”。王充（27~97）说：“同类通气，性相感动。”（《论衡·偶会篇》）而董仲舒曾更详细地论说过：

今平地注水，去燥就湿；均薪施火，去湿就燥；百物去其所与异，而从其所与同。故气同则会，声比则应，其验徽然也。试调琴瑟而错之，鼓其商，而他商应之，五音比而自鸣，非有神，其数然也。美事召美类，恶事召恶类，类之相应而起也，……。阴阳之气因可以类相益损也。天有阴阳，人亦有阴阳，天地之阴气起，而人之阴气应之而起，人之阴气起，天地之阴气亦宜应之而起，其道一也。……非独阴阳之气可以类进退也，虽不祥祸福所从生，亦由是也，无非己先起之，而物以类应之动者也，……其动以声而无形，人不见动之形，则谓之自鸣也，又相劝无形，则谓之自然，其实非自然也，有使之然者矣，物固有实使之，其使之无形。（董仲舒：《春秋繁露·同类相动篇》）

关于感应论在 5.4 节还要继续讨论，它对具体科学的影

响，留待后述。

4.2.2 方法论原则

《易传》的方法论原则可概括为“象数论”。中国哲学史家唐明邦对易学的象数思想模式有如下概括：

所谓思维模式，是借助于《周易》的卦象和爻象，进行形象思维，取象比类，触类旁通，以发展理性思维的一种思维方式。用这种思维方式进行思维，在把握思维客体、加工思维内容、形成理性认识的思维过程中，都要通过易学象数的推衍程式。这种思维方式，实际上为人们规定了思维的出发点，指引了思维的角度，安排了思维的顺序。象数思维模式，就是假借象数进行思考的一种思维方式，也可谓之通过象数加工思想内容的特殊思维方法。^①

《易传》为其奠定了基础的易学象数论的思维模式所提供的方法论程序是，以观察为出发点，按符号化、数字化和理论化的进路进行。

^①唐明邦：《易学传统中的象数思维模式》，载李树菁等主编《周易与现代自然科学》，中国社会科学出版社，1990年，第24～41页。

一、符号化原则

《易传·系辞》所说“仰则观象于天，俯则观法于地，观鸟兽之文，与地之宜，近取诸身，远取诸物，于是始作八卦”，既是讲八卦的经验来源，也是一种方法论指引，即要求将观察结果符号化。

八卦和六十四卦作为对观察结果进行分类的两种符号系统，其差别只在简繁程度不同。作为研究程序之一的这种符号化方法，在易学中叫做“取象”，八卦和六十四卦只不过是取象进行分类的特定符号系统。

取象与分类结合形成名为“类族辨物”《易传·象》的逻辑方法，即用卦象分别类族，辨察事物的同异。沿取象分类的归纳进路自然地到达“比类”和“推类”的演绎进路：“引而伸之，触类而长之”（《易传·系辞上》），“其称名也小，其取类也大”（《易传·系辞下》）。但是，《易传》的作者强调“圣人立象以尽意”（《易传·系辞上》）因为“书不尽言，言不尽意”（《易传·系辞上》），即具体的概念即便是类的概念也不能充分表达人的思想，而具象的卦象符号则能“类万物之情”（《易传·系辞上》）。卦象符号系统被视为宇宙图象，符号化就成为有效认识程序的第一步。

在中国科学研究传统中，将对象符号化并取象比类，成为普遍方法。《黄帝内经》认为“五藏之象，可以类推”（《素问·五藏生成论》）；治病循法守度，援物比类（《素问·示从容论》）；在数学研究中“比类”几乎成为最有效的方法论原则，在 5.2.3 节中我们将专门讨论。

二、数字化原则

《易传》关于数字化原则有三个基本命题。一为“参天两

地而倚数”(《易传·说卦》),二为“极其数,遂定天下之象”(《易传·系辞上》),三为“数往者顺,知来者逆,是故易逆数也”(《易传·说卦》)。这三个命题包含三个概念,即“倚数”、“极数”和“逆数”。

近人成中英对易数进行了详细的讨论,他认为:

易之数决非现代数理基础中的数,无论是逻辑经验主义的数的观念或是直觉主义的数本体的观念,当然也不是古希腊毕达哥拉斯所称的几何形数。数就是象的关系与变化。①

《易传》中关于数的论述主要目的在于解释筮法。但是,一旦我们跳出筮法本身范围,从卦象符号变化来解释它,其方法论的含义是显而易见的。因为卦象符号系统是对宇宙现象的模拟,那么表达卦象符号关系及其变化的“数”也就成为宇宙中关系和变化的一种数字模拟了。

因此,虽然易数意在论占筮,但一旦脱离其神秘主义的目的,立即转变为“数字化”的科学研究方法。在这种意义下,理解“倚数”、“极数”和“逆数”诸概念,它们就分别成为用数模拟现象、以数确定现象的规律,由数预测未知的数学方法程序。数字化原则和符号化原相比,提出更高抽象的要求。“数字化”原则一旦与经验建立起联系,就可达到科学的

①成中英:《易的象、数、义理一体同源》,载李树菁等主编《周易与现代自然科学》,中国社会科学出版社,1990年,第61~86页。

“数量化”原则。

三、理论化原则

《易传》作者认为“易与天地准，故能弥纶天地之道”，（《易传·系辞上》），而且“黄中通理”（《易传·文言》，即心能通达事理，进而提出“穷理尽性以致于命”的要求。宋代理学家进而提出“理性”范畴，而把《易传》的这一思想与《大学》的“格物致知”结合，发展成“格物穷理”。渊源久远的博物学，正是以此为契机逐渐发展为“格致学”，并且成为连接中国传统科学和西方近代科学的桥梁。

《易传》中“圣人有以见天下之动，而观其会通”的思想，是理论化原则的具体方法。这种理论化的方法在晚明科技大综合中有过明鲜的作用，在西学东渐过程中“会通中西”曾形成一种潮流。后人对此的诸多讨论却忽视了它的思想的易学根源。

4.2.3 科学观

科学观包括对科学的对象、性质和目的等问题的系统看法。《易传》时代还没有“科学”的概念，只能从其对知识的有关看法中去搜寻某些类似科学观的一些说法。它当然不可能是系统的，但从其对中国传统科学的历史影响看却是不可忽视的。《易传》所提供的科学观，在逻辑意义上可以认为是从“天人合一观”衍生出来的。中国哲学史家余敦康对“天人合一”作出一种非常得体的解释：“以人合天”与“以天合人”

的两个过程的不断的循环往复来把握天人整体^①。天人合一
是中国思想的共同特征，不过《易传》最为彻底。

一、对象

《易传》宣称“《易》与天地准”，“三才之道”将天地人囊括为一个统一的整体。这表明它要求认识的对象是包括人于其内的宇宙整体。它树立的榜样是包牺氏“仰则观象于天，俯则观法于地，观鸟兽之文与地之宜，近取诸身，远取诸物”。《易传》的这种思想，经汉代董仲舒“天人感应”论渲染，探究天人关系成为学术思考的方向。北宋邵雍甚至主张“学不际天人，不可谓之学”。

应该说，这种基于“天人合一”的科学对象观是不同于近代知识论的。因为它不采取主客对立、天人分离的形式思考问题。这种科学对象观显然不合于产生自欧洲的近代科学精神，但却是近现代科学揭示的“主客相互作用”思想的先河。

二、性质

“天人合一”观还必然要求德性与知性并重、理性与价值合一。《易传》对“道”的追求，不仅要求理智的了解，而且要求感情的满足。《易传》说：“一阴一阳之谓道。继之者善也，成之者性也。……显诸仁，藏诸用。”

到宋代，理学家程颐提出“在物为理，处物为义”的命题，大大发展了《易传》的思想。

三、目的

^①余敦康：《〈周易〉的思想精髓和价值理想》，载陈鼓应主编《道家文化研究》，上海古籍出版社，1992年，第122～142页。

《易传·系辞》第十一章说：“子曰，夫《易》何为者也？夫《易》开物成务，冒天下之道，如斯而已者也。”强调“明于天之道，察于民之故”，主张“备物致用，立成器以为天下利”。这种“明理致用”的要求当然不会对科学例外的。通过《易传》的这种要求儒学的经世思想经久不衰，对于传统科学的实用主义产生了极深的影响。

4.3 秦汉时期的宇宙图象

所谓“图象”是人们把握经验的一种逻辑规程。对同一经验对象，人们可以建立不同的图象模式。宇宙图象模式不具有唯一性，任何图象模式都有其文化背景。

在这一节我们讨论秦汉时期形成的宇宙图象模式，它包括生成程式、结构模式和过程规程。这些宇宙图象模式对于中国传统科学范式的形成提供了关于宇宙的一个概念构架。

4.3.1 生成程式

最简化的宇宙生成程式就是《老子》书中的“道生一，一生二，二生三，三生万物”。

《易传》给出的程式是：“易有太极，是生两仪，两仪生四象，四象生八卦”。

《淮南子·天文训》对上述两种宇宙生成程式作出发展已不是纯逻辑程式，确有不少物理内容：

天地未形，冯冯翼翼，洞洞漏漏，故曰太昭。道始于虚，霏生宇宙，宇宙生元气，元气有涯垠。清阳者，薄靡而为天；重浊者，凝滞而为地。清阳之合专易，重浊之凝竭难，故天先成而地后定。

天地之袭精为阴阳，阴阳之专精为四时，四时之散精为万物。积阳之热气生火，火气之精者为日。积阴之寒气为水，水气之精者为月。日月之淫为精者、为星辰，天受日月星辰，地受水潦尘埃。

《易纬·乾凿度》论卦爻以宇宙生成为据，其程式更详尽：

昔者圣人因阴阳，定消息，立乾坤以统天地也。夫有形生于无形，乾坤安从生？故曰有太易，有太初，有太始，有太素也。太易者未见气也。太初者气之始也。太始者形之始也。太素者质之始也。气形质具而未离，故曰浑沦。浑沦者言万物相浑成而未离。视之不见，听之不闻，循之不得，故曰易也。易无形畔，易变而为一，一变而为七，七变而为九，九者气变之究也。乃复变而为一。一者形变之始，清轻者上为天，浊重者下为地。物有始有壮有究，故三画而成乾。乾坤相并俱生。物有阴阳，因而重之，故六画而成卦。

《孝经纬·钧命诀》把宇宙的早期演化称为“五运”：

天地未分之前，有太易，有太初，有太始，有太素，有太极，是为五运。形象未分，谓之太易。无气始萌，谓之太初。气形之端，谓之太始。形变有质，谓之太素。质形已具，谓之太极，五气渐变，谓之五运。

上述诸论皆非出自科学家之口，但可视为科学家的张衡(78~139)在其《灵宪》中的论述也与此类似：

太素之前，幽清玄静，寂寞冥默，不可为象。厥中惟虚，厥外惟无，如是者永久焉。斯谓溟滓，盖乃道之极也。道根既建，自无生有。太素始萌，萌而未兆，并气同色，混沌不分。故道志之言云：“有物混成，先天地生。”其气体固未可得而形，其迟速固未可得而纪也，如是者又永久焉。斯谓庞鸿，盖乃道之干也。道干既育，有物成体。于是元气剖判，刚柔始分，清浊异位。天成于外，地定于内。天体于阳，故圆以动；地体于阴，故平以静。动以行施，静以合化，堙郁构精，时育庶类。斯谓太元，盖乃道之实也。

4.3.2 结构模式

秦汉时期形成盖天说、浑天说和宣夜说等宇宙论，前两

种是有明确的天体结构模式的。这两种学说的宇宙结构模式可以概括为“天圆地平”。这个论断需要解释，尽管已有不少著作论及。

最早的盖天说出于周代，它主张“天圆如张盖，地方如棋局”（《晋书·天文志》）的所谓“天圆地方”说。到春秋时期，孔子的弟子曾参（505BC~?）对此说提出疑问：“天圆而地方，则是四角之不揜也。”孔子加了一个“道”字，谓“天道曰圆，地道曰方”，将这一有关结构的翦题转换为有关其规的命题（《大戴礼记·曾参·天圆》）。秦相吕不韦又对孔子的话作了解释：“天道圆地道方，圣王法之所以立上下。何以说天道之圆也？精气一上一下，圆周复杂，无所稽留，故曰天道圆。何以说地道方也？万物殊类殊形，皆有分职，不能相为，故曰地道方”。（吕氏春秋·季春纪·圆道》）此谓第一次盖天说。

第二次盖天说以《周髀》提供的“天象盖笠，地法覆盘”构形为代表。将这种模式理想化，天和地就是同心又同曲率的两个半球曲面。可是，在该书中，立圭表测日影长和北极出地高，运用勾股定理计算以确立数学模型，都是基于地平观念进行的。科学家钱宝琮（1892~1974）曾举出 10 条数学特征，其中包含地平假设^①。

浑天说，就其天球概念说，可以认为慎到（395~315B.C.）的“天体如弹丸，其势斜倚（《慎子》）是其萌芽。这里并不涉及大地形状问题。惠施（370~310B.C.）的“南方

① 钱宝琮：《盖天说源流考》，载《科学史文集刊》，创刊号，1958 年。

无穷而有穷”及“天之中央，燕之北、越之南”论辨命题，可以推论出大地球形概念。浑天说流行于汉代，杨雄《新论》记载他同桓谭(20B.C.~50)在白虎殿廓下讨论盖天与浑天问题。这次讨论使杨雄的观点从盖天转为浑天，并提出“难盖天八事”。杨雄给出的浑天说发展史是：“或问浑天，曰落下闳营之，鲜于忘人度之，耿中丞象之。”(《法言·重黎》)有关浑天说较为完备的记载出现在张衡的《浑仪注》^①中：

浑天如鸡子。天体圆如弹丸，地如鸡中黄，孤居于内，天大而地小，天表里有水。天之包地，犹壳之裹黄。天地各率气而立，载水而浮。周天三百六十五度又四分度之一；又中分之，则一百八十二度八分度之五复地上，一百八十二度八分度之五绕地下。故二十八宿，半见半隐。其两端谓之南北极。……两极相去一百八十二度半强。天转如毂之运也，周族无端，其形浑浑，故曰浑天也。

将这种模式理想化，天和地是两个同心球面。但是，在4.3.1节中，我们已经看到，张衡在《灵宪》中论天地生成时所说的“天体于阳，故圆以动；地体于阴，故平以静”。显然在大地形状方面是矛盾的。于是对浑天说中大地形状问题争论不已。已有若干著作论证浑天说的结构模式是“天圆地

^①陈久金论证《浑仪注》非张衡所著，当晚出100年。

平”说。《灵宪》关于大地形状为“地平”观似无疑义^①。对于《浑仪注》关于大地形状的观点认识尚不一致。认为属地圆说的诸论，这里不论对于主地平说观点略加介绍。李志超和华同旭认为，《浑仪注》也是地平观，最主要的证据是“周天三百六十五度四分度之一，又中分，则半覆地上，半绕地下”一语，只有平直大地才能均分天球为二^②。宋振海的更广泛的讨论确认，中国古代关于大地形状的观点是地平观^③。他从地图技术、大地测量和航海领域的实践，论证中国古人持地平观。

关于这两种结构模式的优劣问题，长期以来多认为盖天说不如浑天说。薄树人关于盖天说的一篇文章结论说，同浑天说相比盖天说没有发展前途。它引起主浑天地平说的金祖孟的反驳，认为盖天说比浑天说优越^④。

4.3.3 过程规程

作为过程模式的“五行”系统源于“五方”和“五材”两个概

① 如唐如川：《张衡等浑天家的天圆地平观》（载《科学史集刊》第4辑，1962年）；陈久金：《浑天说的发展历史新探》（载《科技史文集》第一辑 上海科学技术出版社，1978年）。

② 李志超、华同旭：《论中国古代的大地形状概念》，《自然辩证法通讯》第8卷（1986），第2期，第51-55页。

③ 宋振海：《中国古代传统地球观是地平观》，《自然科学史研究》，第5卷（1986），第1期，第54-60页。

④ 金祖孟：《三谈 周髀算经 中的盖天说》，《自然科学史研究》第10卷（1991），第2期，第111-119页。

念。在殷虚甲骨文中，殷人把自己居住的地方叫“中商”，周围叫“东土”“南土”“西土”“北土”，并且东、南、西、北、中“五方”的概念又与春、夏、秋、冬的季风相联系。“五材”概念始出西周时期，有几种类似的说法：“水火者，百姓之所饮食也；金木者，百姓之所兴作也；土者，万物之所资生也，是为人用。”（《尚书大传·周传》）、“天生五材，民并用之，废一不可。”（《左传》襄公二十七年）故先王以土与金、木、水、火杂，以成百物。”（《国语·郑语》）《洪范》将“五材”概念转变为“五行”概念：“五行：一曰水，二曰火，三曰木，四曰金，五曰土。水曰润下，火曰炎上，木曰曲直，金曰从革，土爰稼穡。润下作咸，炎上作苦，曲直作酸，从革作辛，稼穡作甘。”（《尚书·洪范》）这里的水、火、木、金、土已不再是五种具体物质材料，它已具备功能符号的意义。但在这里它只是作为“功能”要素出现，还不是“过程”要素，因为它们之间的次序关系还没有被规定。

继《洪范》之后，《礼记·月令》、《吕氏春秋》、《黄帝内经》等著作，在不断扩大“五行”作为功能符号作用的同时，将其发展成为描述循环过程的一种逻辑规程。人们以水、火、木、金、土作为五个符号，从功能分类视角，提出五气、五色、五味、五音、五季、五脏、五官等种种对应规则。其中不乏形式主义的牵强附会，但“五行”的功能符号意义在这一过程被确定下来，其意义毕竟是重大的。“五行”相生和相胜关系提出之后，“五行”就转变为一个稳定循环过程的五个阶段，从而水、火、木、金、土又从功能的要素转变为过程的要素。

关于“五行”生胜次序演变的历史对本论题并不重要。所

以我直接进入历史确定下来的生胜关系。相生之序为木生火、火生土、土生金、金生水、水生木，相胜之序为木胜土、土胜水、水胜火、火胜金、金胜木。这是两个循环过程。如果将“五行”按木、火、土、金、水的顺序排列成一个圆环，那么它们依此序彼相生、间相胜。并且可以用现代数学方法证明，具有生胜两种循环过程的系统，五行系统是最简单的系统。过程的这种逻辑规程在数学上是非常完美的，虽然具体运用的许多历史案例是极不科学的。

作为易学科学史 我们还要讨论“五行”与“易卦”相结合的系统规程。这样的规程首先由京房提出。《易传》中并没有引进“五行”概念，只到天地数贵五的程度。京房以“生吉凶之义，始于五行，终于八卦”为出发点，提出五行爻位说。此说的基本精神是“八卦分阴阳，六爻配五行”。其具体规则，八宫卦配五行本《易传·说卦》，而爻位配五行则本《礼记·月令》。

《易传·说卦》中有乾为金、坤为地、震为蓍、巽为木、坎为水、离为火、艮为山、兑为刚。京房将地和山改为土，蓍意为草木开花之象故改为木，而刚改为金，完成八卦与五行的配伍。

《礼记·月令》有五行配四季十二月说，春为木、夏为火、秋为金、冬为水，土散配四季之中：

正月，寅，木	七月，中，金
二月，卯，木	八月，酉，金
三月，辰，土	九月，戌，土
四月，巳，火	十月，亥，水

五月，午，火 十一月，子，水
六月，未，土 十二月，丑，土

京房依此，并按阳爻配阳支、阴爻配阴支，完成八卦各爻的五行配伍。朱伯崑将其配伍结果绘为图 4.3.3.1 所示。

	兑金	艮土	离火	坎水	巽木	震木	坤土	乾金
上爻	土	木	火	水	木	土	金	土
五爻	金	水	土	土	火	金	水	金
四爻	水	土	金	金	土	火	土	火
三爻	土	金	水	火	金	土	木	土
二爻	木	火	土	土	水	木	火	木
初爻	火	土	木	木	土	水	土	水

图 4.3.3.1 京房五行六位图

4.4 中国传统科学范式

中国传统科学中有大体一致的宇宙图象，但没有统一的科学范式。正如席文（Nathan Sivin）所说，中国有多样的科学却没有形成一个统一的“科学”概念^①。在中国古代科学家的心目中，没有一个各学科相互联系的整体科学，除了数学与天文建立起联系外，天算家在朝廷里计算历法，医生在

^①Nathan Sivin, Shen Kua, Charles Gillispie ed. *Dictionary of Science Biography*, New York, 1975, Vol. 16.

社会上为人治病，道士在山中炼丹，并不感到有必要彼此发生技术上的联系。中国传统科学的定型是各自独立的，在两汉和南北朝时期形成各自的科学范式。我们这里只讨论受易学影响较大的数学、医学和丹学的范式。

4.4.1 《九章算术》及数学范式

中国数学有悠久的历史，《九章算术》最初确定了中国数学的范式。该书非一人一时之作，大致成书于西汉时期，内容包括方田、粟米、衰分、少广、商功、均输、盈不足、方程、勾股九章，共 246 题。包括了现初等数学中算术、代数和几何的大部分内容。东汉时马续、郑玄等读过这部书，光和二年被朝廷定为校核度量衡的依据。魏晋人刘徽为之作注，唐李淳风（602~670）再释。唐设算学博士，《九章算术》被列为教科书，宋承唐制，也规定其为必修科目之一。后世数学著作多宗《九章算术》体例，唐王孝通的《辑古算经》、宋杨辉的《详解九章算法》、明吴敬的《九章算法比类大全》和程大位的《直指算法统宗》、清屈曾发的《九数通考》和顾观光（1799~1862）的《九数存古》等，多与《九章算术》有“血缘”关系。隋唐时期还留传到朝鲜和日本。自 20 世纪以来，世界上不少数学史家将其作为研究对象。在日本、苏联和欧美都出版有研究著作。历史研究表明《九章算术》中有关分数、比例和正负数的概念和运算早印度 800 年，早欧洲千余年，在世界数学史上有重要地位。

吴文俊在其为《九章算术与刘徽》所作的序文中

称：

《九章算术》是我国数学方面流传至今最早也是最重要的一部经典著作。它承前启后，一方面，总结了秦汉以前的数学成就，另一方面又成为汉代以来达两千年之久数学研究与创造的源泉。特别是三国时期魏刘徽的《九章注》，对数学理论多所阐发，影响深远。总之，《九章算术》与刘徽《九章注》，对数学发展在历史上的崇高地位，足可与古希腊《欧几里得几何原本》东西辉映，各具特色。^①

根据数学史家们的研究，《九章算术》所确立的中国数学范式可以归结为三方面：一从实际问题出发，发明解决问题的方法数学观^②，二以计算为中心形数结合的数学理论体系^③，三“析理以辞，解体用图”逻辑与直观结合的数学推理方法^④。《九章算术》的范式与《欧几里得几何原本》范式相比，旨异途殊。

① 载《九章算术与刘徽》，吴文俊主编，北京师范大学出版社，1982年，第1页。

② 杜石然等编著：《中国科学技术史稿》，上册，科学出版社，1984年，第185页。

③ 李继闵：略论《九章算术》理论体系之特色，吴文俊主编《（九章算术）与刘徽》，北京师范大学出版社，1982年，第51~57页。

④ 李迪：刘徽的数学推理方法，吴文俊主编《九章算术与刘徽》，北京师范大学出版社，1982年，第95~119页。

《九章算术》及其所确立的数学范式深受易学实用主义科学观和象数论的方法论之影响。讨论这种影响的最直接的材料是刘徽《九章算术注》原序。因为后面 5.1.2 节中还要专门讨论刘徽，这里就不先论及。

4.4.2 《黄帝内经》及中国医学范式

今本《黄帝内经》包括两部分《黄帝内经·素问》九卷八十一篇和《黄帝内经·灵枢》九卷八十一篇，合计十八卷计二十万言，以对话体行文。如果它是刘歆《七略》所指《黄帝内经》十八卷，那么其成书时代不会晚于西汉末年。但《七略》中并无《素问》和《灵枢》之名，今本《黄帝内经》当成书在东汉时期^①。

《内经》一书奠定了中国两千年来传统医学理论范式。中国传统医学的理论以阴阳、五行和气论三说为其哲学基础，人的整个身体被视为一个由经络联结在一起的功能系统，对生理病理、治疗原理进行统一的说明。其理论模式突出表现在藏象、经络和运气理论上。

《内经》象《易传》一样，认为“阴阳者，天地道也，万物之纲纪（《阴阳应象》）。所以《内经》把身体的脏腑和经络分为阴阳，脏腑的相互关系遵循五行生胜关系，经络又把脏腑包括在内形成血气循环流注，而“运气”学说又把这个作为“小宇宙”的身体与“大宇宙”天地时序之阴阳变化相协调。

^①廖育群：《歧黄道医》，辽宁教育出版社，1991年。

六脏（心、肝、脾、肺、肾、心包）、六腑（胃、大肠、小肠、膀胱、胆、三焦）和十二经脉（手阳明、手少阳、手太阳、足阳明、足少阴、足太阳、手厥阴、手少阴、足太阴、足厥阴、足少阴）与五行配属关系如图 4.4.2.1 所示。十二经脉循环路线如图 4.4.2.2 示意。

运气学说将干支纪年与五行（五运）、六气相配，表述疾病发生规律，此说疑义颇多。人体的气血流注的周期性被描述为，营气行于脉中，卫气日行于脉外。营卫流注日行于阳，夜行于阴，周流不息。

《内经》的理论范式是否受易学影响，有针锋相对的意见。寥育群所著《歧黄医道》专列一章《医学与易学》，论证医学理论与易学无关。明代医学大家张景岳的“不知《易》者，不足以言大医”虽成医坛古训，也才可追及唐代孙思邈之《千金方·卷一·大医习业》：

凡欲为大医，必须谙《素问》、《甲乙》、《黄帝内经》、《明堂流注》、十二经脉、三部九候、五脏六腑、表里孔穴、本草药对、张仲景、王叔和、阮河南、范东阳、张苗、靳邵等诸部经方；又须妙解阴阳禄命、诸家相法；及灼龟五兆、周易六壬，并须精熟，如此乃得大医。

寥育群认为孙思邈这里只不过把《周易》作为对医家博学多识要求提出的，他还强调在宋以前的医学著作中均少言《易》在《素问》、《灵枢》、《伤寒论》中根本看不到《易》的影响，更找不出基础理论中有什么内容直接来源于

《易》，医学与易学虽然均接受了阴阳学说，但两者间却没有传承关系，而且在奇偶与阴阳配伍方面还正相反，医学与易学只是油水共存关系。

阳经 (表)	经	手阳明	足太阳	足少阳	手太阳	足阳明	手少阳
	腑	大肠	膀胱	胆	小肠	胃	三焦
五行		金	水	木	火	土	相火
阴经 (里)	经	手太阴	足少阴	足厥阴	手少阴	足太阴	手厥阴
	脏	肺	肾	肝	心	脾	心包

图 4.4.2.1 十二经脉和脏腑五行配属

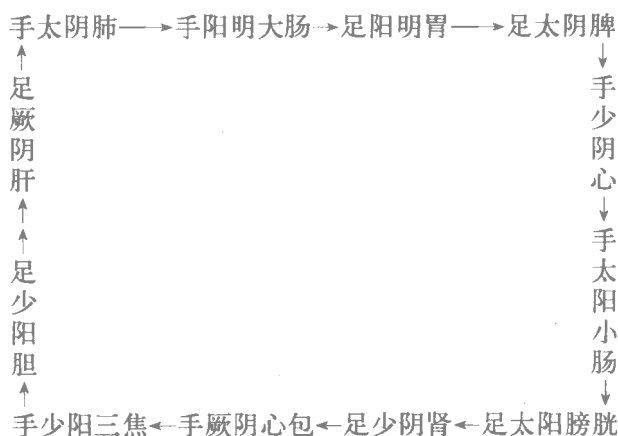


图 4.4.2.2 十二经脉循环图

医学与易学大约同时接受阴阳五行学说几乎为学术界所共识。医学与易学在阴阳学说方面无直接传承关系似可定论。但是《易传》对阴阳学说所作的哲学概括“一阴一阳之谓道”浸透各个思想领域，医学也非例外。

刘长林则认为中医深受《周易》的影响，在形成其藏象经络理论时采用了易学六爻模式：

阴经和阳经各分为三的作法或许受了六爻位分三阴和三阳的启示。三阴位和三阳位的排列表达事物由低到高，由弱至强的演进程度；三阳经和三阴经的次序则显示人体由表及里，由浅入深的不同层次。三阴位和三阳位的排列交错迭插，三阳经、三阴经的流注和衔接也是“一阴一阳”交错进行。六爻的运动自初爻至上爻，再由上爻折返到初爻，是一个无休止的循环；六经的流注也依次进行，周而复始，如环无端。

他还认为虚设心包和三焦而提出六脏、六腑说，也是出于圆满理论框架的需要。因为有了六脏和六腑概念，就在于十二经与十二脏腑之间建立起一一对应关系，形成六脏、六腑与六经之间的循环流注系统。

4.4.3 《周易参同契》及中国丹学范式

魏伯阳(100~170)所著《周易参同契》分上、中、下三

篇，外有《五相类》和《鼎器歌》，计约 6 千言，是世界上最古的炼丹书。炼丹术的目标在于长生丹剂的获得和贵金属金银的制取。但炼丹家的操作方法实为原始的实验化学，而其理论观点涉及物质的化学性质和化学反应，这些是具有科学意义的。

尽管《周易参同契》作者申明“不得其理，难以妄言”（《周易参同契起·中篇》），对于是否有炼丹理论颇有争论，不过多数研究者，特别是一些资深学者肯定了它的理论体系及其对后世的范式作用。孟乃昌认为，《周易》阴阳学说促进了炼丹理论的定型，阴阳学说是炼丹家理论观点的基础^①。我们在本节中重在讨论丹学理论范式及易学在其中的影响，而不评论丹学的科学贡献。

炼丹理论的基本构架由《周易》阴阳原理、道教神仙幻想和炼丹操作程序三部分组成。仙道无科学价值，具体的炼丹操作过于烦琐，这里不拟讨论。本书的主题决定我们应重点讨论易学在炼丹中的应用。因为后人对《周易参同契》的“丹法”有内丹和外丹两种理解，我们的讨论也兼顾这两者。因为炼丹家著述丹书故用隐语，巧设迷宫，待学仙者自悟天机。魏伯阳说：

结舌欲不语，绝道获罪诛。写情寄竹帛，恐泄天之符。犹豫增叹息，俛仰缀斯愚。陶冶有法度，未忍悉陈敷。略述其纲纪，枝条见扶疏。

^① 孟乃昌：《中国炼丹家的理论观点》，载萧蓬父、罗炽主编《众妙之门——道家文化之谜探微》，湖南教育出版社，1991 年。

所以研究者的理解未必尽合原意。

作为外丹术，《周易参同契》把参加化学反应的药物作为阴阳两种力量，以龙虎争斗、男女情爱、饮食呼吸等比喻相互制约、相互调和之类的相互作用。在运用阴阳原理方面与医学中的应用有所不同。在医学中人体被视为一个统一的整体，其脏腑经脉的阴阳属性可以固定；而参加各种交杂相互作用之药物，其阴阳属性则难以固定。它巧妙地利用《易传》中的“类族辨物”的方法论原理，提出“相类”范畴理论。《参同契五相类秘要》就是这种理论。我们不宜过多涉及具体内容，以两段丹书引文为例似乎更好：

铅汞互相感发，交相制伏，皆不离天地牝牡之理……坎为铅，为水，为月；离为汞，为火，为日。坎离会用，日月相合，铅汞相搏，龙虎相交，不偏其用，互相制伏。

《易》云，二女同居曰革，乾坤交会曰泰。故天地氤氲，万物化醇，男女媾精，万物化生；阴阳不测之谓神，一阴一阳之谓道。故能陶铸万物，埏埴生灵，此并造化之神功，阴阳石妙用；神丹秘要，亦同此义。太阴者，铅也；太阳者，丹砂也。

二物相生，成其大药，九鼎之法，长生之道，原始要终，莫不皆以丹铅二物为主也。

作为内丹术，《周易参同契》沿袭《易传》“天人合一”观，以一个改良的河图为修炼模性，如图 4.4.3.1 所示。此

图中五和内层一、二、三、四组成五行，模拟人体；外层六、七、八、九象天。内丹的修炼模型就是“坎离相含育”、“三五并为一”^①

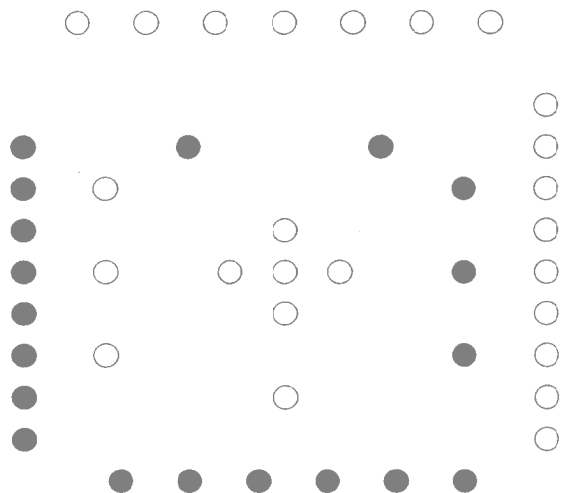


图 4.4.3.1 《周易参同契》河图

① 萧汉明：《论周易参同契人体生命模型》，载萧蓬父、罗炽主编《众妙之门——道教文化之谜探微》，湖南教育出版社，1992年，第226~239页。

第五章

易学与中国科学的三次高峰

在古希腊科学和近代科学崛起之间的千余年中，欧洲科学衰退。这期间对科学作出重大贡献的是阿拉伯人和中国人。自汉代形成中国传统科学模式以后，中国传统科学出现三个高峰期。第一高峰时期出现在魏晋南北朝时期，第二高峰期在宋元时期，最后一个高峰期为晚明时期。科学发展有其自身的逻辑根源，也依赖自然地理环境及社会的、政治的、经济的和文化的条件。促成中国传统科学三次高峰出现的因素是多方面的，易学作为其文化条之一，其影响如何，是本章要讨论的中心论题。

我们的讨论从传统学术研究的‘实学’取向入手。“实学”是联系易学与科学的一条思想纽带。以这种进路探讨易学与科学的互动，虽然不能作到面面俱到，但不失为一种提纲挈

领之法。

“实学”这一用语近年来已有诸多争论。为了不使讨论发生歧义，必须事先交代我们这里的使用涵义。“实学”不意指一种学说或理论体系，而是表述一种学风或治学态度，即学术研究取向。

“实学”的核心思想是“实事求是”。从班固(32-92)在其《汉书·河间王传》中对比淮南王刘安尚黄老之“浮辩”而赞誉河间王刘德崇儒为“修学好古，实事求是”始，至阮元(1764~1849)将其程序化为一种实证方法，实学思想几经升华。^①我把实学思想的发展区分为三种形态：强调“实理”的理性实学、注重“实效”的功利实学和讲求“实测”的实证实学。它们也大体表征着实学思想的发展阶段。

理性实学兴于宋，但其思想先躯已出现在魏晋南北朝时期的玄学中。玄学家将《周易》作为“三玄”之一纳入玄学，创建易学的义理派。虽然玄学家们并不使用“实学”称道他们自己的学风，但其以理性反对迷信、以简约取代繁锁，强调“自然之理”、“弃名以任实”的精神，实为理性实学之先河。“玄”者非“虚”而是“深”，玄学“辨名析理”的思维形式不仅对其同代的自然科学走向理论化，而且对宋明易学和宋明理学的形成都有很大影响。

^①姜广辉利用台湾电子计算机检索系统，就二十五史中“实学”用语进行普查，发现“实学”一词首出唐代一政府官员的奏疏中。代宗宝应二年（703年），礼部侍郎杨綰在关于改革取士制度的一份奏疏中，对比诗词歌赋之浮华，将“五经”视为实学。并且，姜的研究还表明，自唐至清“实学”一词之内含未超出“治经”、“修德”和“经世”的范围。

宋明理学家视佛、老空谈悟性为“虚学”，称他们自己的理学为“实学”。《易传》中的“穷理尽性”思想在理学的进路下被发展到精极至微的程度。他们把《易传》的“穷理尽性”与《大学》“格物致知”架接而成“格物穷理”，发展出一种认识论和推理方法。程、朱的“求万理于外物”补充以陆、王的“求一理于内心”，架构成一辆格物穷理的“双轮车”。在宋、明、清三代不断演进，其理性精神的影响越来越大。

理学在宋代的形成可以视为“实学”的第一个里程碑。宋、元科学高峰的出现得助于“理性实学”中的科学理性精神。科学理性可以分为逻辑理性、数学理性和实验理性。在宋代，以易学哲学为骨干的理学，对于前两种理性的阐发超过以往任何时代，有关“格物”的论述虽然没有达到实验理性的高度，但《易传》“仰观俯察”的观察精神毕竟还是有所发展。南宋功利学派的思想发展至明中叶与阳明心学知行合一精神结合逐渐发展成强调事功、实效的功利实学思潮，形成实学思想的第二个里程碑。在这种思潮盛行期，儒学“格物致知”说被空前广泛地讨论，晚明科学高峰的综合性与此思潮密切相关。实学取向的进一步发展达到它的终点，西学的刺激与文字狱的威胁在文人身上的扭曲结合，逐渐形成以朴学为特征的实证实学。它把实学取向升华到方法论的高度，成为连接儒门格致学与现代科学的桥梁。

5.1 易玄学观与魏晋南北朝科学理性化倾向

魏晋南北朝时期的 360 余年间是中国社会动乱和民族大

融合的时期，但科学技术并没有停滞。中国传统科学自秦汉确立了其骨架或模式以后，在魏晋南北朝时期达到了它的第一个高峰期。说它是高峰有两个理由。一是从中国科学自身看，它在两汉的基础上有了重大的发展。二是放在世界科学史中比较，它是在希腊科学和阿拉伯科学两个繁荣期之间的一次世界意义的繁荣。科学史和哲学史研究已达到共识，认为科学发展的理论化倾向是这一高峰期的主要特征。这一理论化倾向表现在医药学、地理学、天文学、农学、丹学和数学六个领域。

在医药学领域，王叔和的《脉经》集脉诊大成，厘定 24 种脉象，使之脱离经脉体系而成为一种独立的诊断法；皇甫谧（215~282）的《黄帝三部针灸甲乙经》融汇《黄帝内经》中的《素问》、《灵枢》和《明堂孔穴针灸治要》，使经络、四时、五行相互联系，而形成针灸疗法的理论体系；陶弘景（456~536）的《本草集注》将人文原则的“三品”分类法改为依药物自然来源和属性的分类法。在地理学领域，裴秀（223~271）创立了由分率、准望、道里、高下、方邪、迂直六原则构成的“制图六体”理论和拼接、缩制地图的“计里划方”法，酈道元（446/472~527）的《水经注》开创以水道为纲综合描述地理的新形式。在天文学领域，虞喜发现岁差，张子信发现五星视运动的不均匀性，并且这些发现还被祖冲之（429~500）用于改进历法。在农学领域，贾思勰的《齐民要术》标志着中国农学体系的成熟。在丹学方面葛洪的《抱朴子》是一部对世界有广泛影响的炼丹书。在数学领域，刘徽创割圆术，祖冲之用此值把圆周率计算到七位小数，遥遥领先于世界。

中国科学第一次高峰期最突出的成就是几何学，而且“非实用性”是促成其发展的原因。^①这又与玄学易的理性主义相关。

5.1.1 易学玄学观

东汉末年，太学和郡学与党争配合批评时政的清议导致“党锢”之祸，许多倡导清议的学者遭监禁。太学为鸿都门学取代，清议转为探求玄理。曹魏废察举而行“九品中正”选官法，通经致仕之途受阻，读书做官的意识逐渐淡化，经学亦遭冷落。曹魏时期的经学大师王肃，倡导放弃对功名利禄的追求：“与屈己以富贵，不若抗志以贫贱；屈己则制于人，抗志则不愧于理。”何晏（约 193～249）、王弼（226～249）意识到“时将大变，世将大革”，为名士们出谋划策，提醒他们注意保存自己而不要忠君，甚致可以对“动天下，灭君主”而不顾。

这种政治背景下的知识分子的心态和要求在道家的思想中找到了根据。汉代的黄老学说经士族之手发展为玄学。在这种玄学风气下，两汉易学亦转向以玄学解易的道路。于是《周易》与《老子》、《庄子》并列成为“三玄”之一。

魏晋南北朝时期的易学玄学化是易学史的一大转折。这一转折是易学义理派和象数派的论争以义理派占了上峰的结果。

^① 洪万生：《重视证明的时代》，载刘岱总主编《中国文化新论·科技篇》联经出版公司，1982年。

果。

汉代易学以象数派为主流，义理派居次位。汉代象数学发展的符号系统包含有组合数学的原始形式。就此而论象数派对于科学是有功绩的。但象数学中的灾异说和讖纬迷信的神秘主义则是与科学相背离的。义理派就是在反对象数学中的这种神秘主义及其烦琐的学风的斗争中兴起的。

义理派思想有两个学术根源。一是古文经学，二是老、庄学说。古文经学的兴起和延续是理性主义的表现。汉武帝“独尊儒术”所推崇“五经”大多并无先秦文本依据，而是凭口传整理成书的。《书》出于伏生，《礼》出于高堂生，《春秋公羊传》出于公羊氏和胡毋生。自景帝以后，逐渐发现古文经与今文经之不同，从而动摇了今文“五经”的神圣地位。鲁恭王在孔子宅墙壁中发现用六国古文字写成的《尚书》、《礼记》、《论语》、《孝经》等数十篇，当时未引起重视。成、哀之时，刘向和刘歆父子提出将古文经学列于学官，亦遭今文博士群起而攻之。王莽摄政始立古文经学于学官。此后，古、今经文之争渐烈，以至章帝不得不召开白虎观会议亲决。其结果《白虎通义》以讖纬迷信改造儒学，使古文经学仅有的一点考据理性精神也被扼杀。东汉末年马融（79～166）、王肃等经学家重新恢复早期儒学和古文经学，作为古文经学的费直易学传统被继承。与此同时，玄学家何晏、向秀（约 227～272）有关《周易》的注释，也以义理为主颇近费氏易学。本来《易传》就是儒、道思想融合的结晶，玄学思潮成道家思想得以进一步发挥的文化土壤。曹魏时期古文经学的发展和老、庄玄学的兴起相结合使汉代易学转向了玄学解易的道路。

玄学派易学的代表人物是王弼和韩康伯。王弼易学一方面阐发古文经学解易的学风，另一方面以玄学观解释周易。王弼易学的总倾向是使易学原理抽象化和逻辑化。就其与科学的关系而论，他在讨论言、象、意之间的关系时所提出的“忘象以求意”（《略例·明象》）说，为科学提供了理性主义的哲学支持。他强调追求现象（象）背后的本质（意）到“忘象”的程度，在“象外求道”颇有唯理论的味道了。朱伯崑在其《易学哲学史》中对王弼易学作出如下评论：

他大讲取义说，要求人们探讨卦爻象和卦爻辞的义理，一扫汉易中象数派的烦琐的解易学风，给人们带来清晰明快、简炼，而意义又深远之感，特别是取义说，打击了以谶纬为中心的今文经学，这在古代学术史上，可以说是一次解放。王弼的取义说，就其理论思维说，是重视《周易》经传中的抽象的原则，阐发《系辞》所说的“其称也小，其取类也大”，“其事肆而隐”等观点，认为抽象的德性可以概括具体的物象，不能被卦爻中讲的具体物象所迷惑，而丢掉其抽象的原则，表现了其易学的理性主义倾向。

韩康伯进一步阐发王弼易学，成为玄学易的另一代表人物。他注《系辞》，以义理解释《易传》的概念和范畴，力图摆脱占筮和占候之术。他的著名的“体神明理”观，是对王弼“忘象求意”说的发展。他将《系辞》中“神而明之，存乎其人”解释为“体神而明之，不假物象，故存乎其人”，强调

依靠精神去体认事物之理，而不必通过物象。在解释《系辞》“精义入神，以致用”时，他说：“精义，物理之微者也。神寂然不动，感而遂通，故能乘天下之微，会而通其用也。”这是强调认识事物之理要靠人的精神去感应和掌握。

5.1.2 刘徽及数学理论化

刘徽生平不详。《晋书·律历志》和《隋书·律历志》都只记载其“魏陈留王景元四年（263年），注《九章》……

宋刻本《九章算术》题“魏刘徽”。关于籍贯，《宋史》卷一〇五记封爵事，有“封……刘徽淄乡男”语。近人考证确认他是汉文帝刘恒之子梁孝王刘武五世孙菑乡侯得就的后人^①

刘徽著《九章算术注》及《重差》和《九章重差图》各一卷，《九章重差图》已佚。《重差》原作为第十章附于《九章算术注》，后以《海岛算经》单行。

《九章算术注》九卷，论证了《九章》的公式解法，发展了出入相补原理、面积原理、齐同原理和率的概念，在圆面积公式和锥体体积公式证明中引入了无穷小分割和极限思想，首创求圆周率的正确方法，指出并纠正了《九章》的某些不精确的或错误的公式，创造了解线性方程的互乘相消法与方程新术，用十进分数逼近无理根的近似值等，使用了大

^①郭书春：《刘徽祖籍考》，《自然辩证法通讯》，第14卷（1992年），第3期，第60～63页。

量的类比、归纳推理和演绎推理^①

刘徽的思想与易学的某种联系，可从其《九章算术注》序中窥见一斑。序中的下述两段话直言及易学：

昔者包牺氏始画八卦，以通神明之德，以类万物之情，作九九之术以合六爻之变。暨于黄帝神而化之，引而伸之，于是建历纪，协律吕，用稽道原，然后两仪四象精微之气可得而效焉。记称隶首作数，其详未之闻也。按周公制礼而有九数，九数之流，则《九章》是矣。

徽幼习《九章》，长再详览。观阴阳之割裂，总算术之根源，探赜之暇，遂悟其意。是以敢揭闾鲁，采其所见，为之作注。

第一段是说数学的起源与八卦的关系，第二段说他受易学阴阳原理之启迪而作《九章》注。他的著名论断“析理以辞，解体用图”，也是根源于易学。《易传》中多处论及象、数、理的关系。刘徽的研究对象是“数”，他的“析理以辞，解体用图”之说就是依据这种关系，用“理”和“象”（图）法研究数学。他首创割圆术以计算圆周率，算出圆内接正 192 边形面积，从而求得圆周率的近似值 $\pi \approx 3927 / 1250$ (3.1416)。在直线型图形面积求法中，他广泛采用出入相补原理；在直线型体积求法中，以三种基本几何体为基础推导其他算法；对圆形面积他以割圆术为基础，附以截割原理论

^①郭书春：《中国古代数学》 山东教育出版社，1991年。

证；对勾股、测望问题借勾股原理、相似性质导出生差理论。在算法方面，他以约分术为基础，借不失本率原理，将齐同术理论化，并作为理论基础应用于衰分术、少广术、均输术、盈不足术、方程术等算法领域，使算法理论化，其中“率”的概念成一切算法的核心。以往的数学由于受荀子关于概念“约定速成”思想的影响多无明确定义。刘徽的《九章》注克服了这类缺点，恢复了在秦汉时期截断的《墨经》的数学理论方向，开辟了数学理论化的新道路。

在这里我们对“天圆地方”与圆周率的发明进行一些讨论。“天圆地方”观念几何化图形即为圆及其内接正方形。如果以正方形的边长为圆周长的近似值，运用勾股法可求得周率为 $\pi = 2.828\dots$ 。当取圆的内接正 6 边形边长为圆周长的近似，则得 $\pi = 3$ 。《周髀》九章算术》都采用这一近似值。汉刘歆参考《考工记》所载的融和战国时的商鞅量设计王莽嘉量，现代人^①根据其铭文记载的尺寸推算出 $\pi = 3.15\dots$ 。但没发现有文献记载他提出新率概念。其后的天文学家张衡祖述“周三径一”旧说，纬书《洛书·甄曜度》、《春秋·考异

① 许莼舫：《中算家的几何研究》，中国青年出版社，1955年；孙炽甫：《中国古代数学家关于圆周率研究的成就》，《数学通报》，1956年，第6期；励乃骥：《九章算经圆田问题和刘徽的今释》，《数学教学》，1957年，第6期；钱宝琮：《中国数学史话》，中国青年出版社，1957年；李俨：《中国古代数学史料》，上海科学技术出版社，1963年，第42、58页；李迪：《中国算学简史》，辽宁人民出版社，1984年；冯立升：《王莽量器的数理分析》，陈美东等主编《中国科学技术史国际学术讨论会论文集》，中国科学技术出版社，1992年，第40-45页。

卬》提供的天体数据亦如此，唯吴国王蕃首立新率 $\pi = 3.15$ ^①。刘徽从圆内接正六边形开始割圆，得到正 $6 \cdot 2^n$ 形序列，随 n 的不断增加而逼近圆，以提高圆周率的精度。这种“割圆术”是对“天圆地方”观念的创造性应用。

5.1.3 葛洪及丹学理论化

葛洪(283~363)，字稚川，自号抱朴子，丹阳句容人。祖辈世代为官，葛洪 13 岁时，父亲去世家道中落。16 岁开始读《孝经》、《论语》、《诗经》、《周易》等经书拜大儒郑隐为师。葛洪读书近万卷，志欲精治五经，成为名闻后世的文儒。20 岁时葛洪被召帮助朝廷平定石冰义军，23 岁又被荐为广州刺史稽居道参军。稽居道上任途中被害，而葛洪已先到任，因此留居广州数年。在广州他结识了南海太守鲍靓，从其学神仙方术之道，并被招为其婿。此时的葛洪决心修道，以著一部书《抱朴子》为一生的功业，开辟知识分子归隐著书的人生道路。他以其一生的 $3/4$ 时间隐居山林，修练、著书。

葛洪著《抱朴子》(317 年)和《肘后备急方》。前者为丹书，后者为医书。《抱朴子》共 70 卷，分为内外篇。外篇 50 卷主讲儒学政论，内篇 20 卷专论仙道丹术。内篇中的《金丹》、《黄白》、《仙药》三卷详细地论述了金、银和丹药的炼制，《仙药》卷还记载了许多延年益寿的本草药物。其

① 李申：《周易之河说解》，知识出版社，1992 年。

书具有重要科学价值，但是作为一个地道的神仙道士，其书中有极浓厚的迷信色彩。

丹家要回答如下三方面的问题：1)人能成仙有何事实根据？2)服食丹药何以能长生不老？3)丹药如何能炼成？虽然当时的炼丹理论对此都作了回答，但以现代科学眼光看只有第三个问题与科学（化学）有联系。炼丹术作为一种实验活动，在实践和理论两方面都作出了相当大的贡献。

葛洪作为中国历史上最著名的炼丹家，通过实验发现了“丹砂（硫化汞）烧之成水银（汞）积变又还成丹砂”和“铅性白也，而赤之以为丹；丹性赤也，白之以为铅”两种重要的可逆化学反应过程，还发现了“以曾青（硫酸铜）涂铁，铁赤如铜……外变而内不化”的铁与铜盐的取代反应。就理论说，他以其“变化之术，何所不为”和“我命在我不在天，还丹成金亿万年”（《黄白》）的变物类化观和夺阴阳造化之机的改造自然之精神，为古代原始化学奠定了理论基础。

葛洪的科学成就自然也有其时代的烙印，玄学“辨名析理”的思维方式和王充的“效验”精神对他都有影响。他把王充的“事莫明于有效，论莫定于有证”（《论衡·薄葬》），凡论事，违实，不引效验，则虽甘义繁说，众不见信”（《论衡·知实》）等重视经验事实的思想和邹衍关于论事“必先验小事，推而大之，至于无垠”（《史记·孟子荀卿列传》）的类推方法结合起来，以已知的效验为根据，采用由小验知大效，由已然明未试的类比推理，来确定人的知觉不能直接判定的抽象事物，提出“校其小验，则知其大效，睹其已然，明其未试”（《塞难》）的认识方法。他从错误的前提出发，用这种推理证明人能成仙、食丹长生实为悲剧，然而其科学

成就也是与此密切相关的。^①

5.2 易学数理观与宋元数理科学

中国的宋元时期是几个政权纷争的时代，宋、辽、西夏、金、元交错对峙。但中国传统科学技术竟在此期间发展到它的顶峰。举世赞誉的三大发明在此时成熟、完善并开始获得其重要的应用。许多居世界之首的技术发明和科学发现接踵而来，特别在数理科学领域的不少成果遥遥领先世界。苏颂（1020～1101）等人制造的水运仪象台中就有三项技术居世界第一。秦九韶（1020～1029/1261）、李冶（1192～1279）、杨辉（13世纪人）、朱世杰（13～14世纪人）等一批杰出的数学家所发明的高次方程数值解、天元术、四元术、大衍求一术、垛积术、招差术等早于欧洲同类发明数百年。在实验科学方面赵友欣（宋末元初人）在三层楼中用千余支蜡烛所进行的光学成象实验，规模之大在当时的世界上是无与伦比的。象沈括（1031～1095）那样的作出多方面贡献的全才科学家在当时的世界上也是仅有之例。这种科学发达之势，有其科学自身积累作为进步的基础，也必有科学外部条件的支持。作为文化背景之一的宋代理学确实提供了发扬科学理性的哲学基础。

理学兴于宋代。北宋周敦颐（1017～1073）讲学于庐山，张载（1020～1077）讲学关中，程颐（1033～1107）、程颢（1032

^① 胡孚琛：《魏晋神仙道教》，人民出版社，1989年，第214页。

1085) 和邵雍讲学于洛阳, 学术不一, 各树旗帜, 广收门徒; 南宋有朱熹与陆九渊(1139~1193)学术之争; 这一切都表现了一种学术自由的气氛, 成为理性发展的一种良好的文化环境。

在这样的一个理性大发展的时代, 在许多领域中“术”开始代之为“学”。数学从“象数”中分离出来, 邵雍提出“物理之学”的概念, 作“仁术”的医术也被程颢称为“医学”(《遗书》卷十二), 沈括在阐述乐律时使用了“声学”(《梦溪笔谈》卷六乐律二古乐钟磬条)。自然研究从“术”向“学”转变的动力之一, 就是宋代的理性实学的学术取向。宋、元科技, 特别是数理科学高峰的出现与此有关。

5.2.1 易学数理观

北宋易学分为三派, 以程颐为代表的理学派、以张载为代表的气学派、以邵雍为代表的数学派三足鼎立。今日之“数学”一词实源于易学, 并为数学家秦九韶采用而得以传袭。易学中一些方法论原理, 在宋元数学的发展中有重要的启迪作用, 它表现在数学家的思想以及他们的成果之中。

汉代象数传统发展到宋代, 形成以华山道士陈抟为先导的图书派。陈抟的易学包括象和数两方面的内容。宋王偁著《东都事略·儒学传》称“陈抟读易, 以数学授穆修, 以象学授种放”。这里的“数学”是指易学讲奇偶之数的学问, 而“象学”则是指卦爻象的学问。

北宋图书学派, 沿学方向发展并产生影响的首推刘牧。

他的著作《易数钩隐图》，以河洛之学为宗旨，从抽象的数的概念出发，以五行生成数为中心，构造河洛图式并用以解释世界。

另一位数学派易学家是被称为北宋五子之一的邵雍。他以探讨天地万物的运动变化和阴阳消长为其哲学研究的宗旨，在奇偶之数的基础上讲象数，并推演宇宙变化的数学模式。他的学问在当时被称为“数学”。例如，程颢在评论他时曾说过：“尧夫欲传数学于其兄弟，其兄弟那得功夫，要学须是二十年工夫。”（《宋元学案·百源学案》引）

传邵雍数学的有其子邵伯温、弟子王豫和张岷、后学张行成和祝泌。这些人只是祖述其学，甚至坏其为术数。在南宋，从吸收象数学的义理派易学家中，反而衍生出象数学的阐发者。其中阐发邵雍数学的是蔡氏父子。蔡元定在其《经世指要》中说：

盖超乎形器，非数之能及矣。虽然，是亦数也。伊川先生曰：数学至康节方及理。康节之数，先生未之学，至其本原，则亦不出乎先生之说矣。

蔡元定的学问近邵雍，《西山蔡氏学案》引唐氏语可以为证：

孔孟教人，言理不言数。邵蔡二子欲发诸子所未发，而使理与数灿然于天地之间，其功亦不细矣。

蔡元定有子蔡渊和蔡沈皆通易学，前者承朱熹义理，后者继父之学。蔡沈著《洪范皇极》，将“数”和“理”统一起来，以数解理，发展河洛之学，探索宇宙之数理法则。

在宋代，数学派、理学派、气学派，三派易学家关于数与象、数与理、数与物或气的讨论，发展了数理哲学。刘牧的河洛之学，在象与数的关系问题上，提出象由数设的主张：

夫卦者，天垂自然之象也。圣人始得之于河图洛书，遂观天地奇偶之数，从而画之，是成八卦，则非率意以画其数也。

刘牧的这番话显然是对《易传·系辞》中“极其数遂定天下之象”的一种发挥。他把针对揲蓍求卦所说的这番话，解释成依河图洛书之数画八卦。实际上，刘牧持有一种“有数而后有象”的世界观点：

天地之极数五十有五之谓也。遂定天下之象者，天地之数始定，则象从而定也。

朱伯崑对刘牧的河洛学说作出如下评论：

在刘牧看来，天地之数，大衍之数 and 五行生成之数都表现在河图洛书的图式中，其数目的排列和组合，便得出四象和八卦，数的变化决定卦象的形式。由此认为，其河洛图式，不仅包括阴阳二气变

化的法则，也包括五行生成的法则，不仅包括空间的方位，还包括时间的过程，天地万物的变化都具备此图式中，所谓“生万物焉，杀万物焉”。这样，其河图、洛书则成了世界形成和变化的模式。由于这一世界模式的结构出于天奇地偶之数的排列组合，其在哲学上必然导出数为天地万物本原的结论。^①

而刘牧的同代人李觏则全盘否定他的河洛之学，特别反对对象出于数的观点。主张有气而后有象，象和数依赖于气。在李觏看来，奇偶之数只是阴阳二气的象征：

古者包牺氏之王天下也，仰则观象于天，俯则观法于地，观鸟兽之文与地之宜，近取诸身，远取诸物，是不专决于图书，参互而后超之者也。圣人既按河图有八方，将以八卦位焉。洛书有五行，将以八卦象焉。于是观阴阳而设奇偶二画，观天地人而设上中下三位。纯阳为乾，取致健也。纯阴为坤，取至顺也。一阳处二阴之下，刚不能属于柔，以动出而为震。一阴处二阳之下，柔不能犯于刚，以入作而为巽。……（《删定易图序论》）

李觏对刘牧河洛学说的批评揭开了宋易气数之争的序

① 朱伯崑：《易学哲学史》中册，北京大学出版社，1988年，第45页。

幕。邵雍把象数派的数学观同理联系起来，正如程颢所说，“至尧夫推数方及理”（《遗书》卷十八）邵雍以理解数，主张“理数”，即数是有理的。在他看来，理与数是统一的，且同出自圣人之心：

君子于易，玩象，玩数，玩辞，玩意。象起于形，数起于质，名起于言，意起于用。有意必有言，有言必有象，有象必有数。数立则象生，象生则言彰，言彰则意显。象数则筌蹄也，言意则鱼兔也。得鱼兔而忘筌蹄则可也。全筌蹄而求鱼兔，则未见其得也。（《皇极经世·观物外篇》）

程颐对邵雍的数学不感兴趣，曾说“某与尧夫同里巷居三十年余，世间无所不论，惟未尝一字及数耳”（《外书》十二）。对于象与数的关系，他主张“有象而后有数”（《签张闳中书》）；对于理气与数的关系，他主张“有理则有气，有气则有数。行鬼神者，数也。数，气之用”（《易说·系辞》）。程颐与邵雍曾经有一次有趣的辩论：

邵尧夫谓程子曰，子虽聪明，然天下之事亦众矣，子能尽知邪？子曰天下之事，某所不知者固多，然尧夫所谓不知者何事？是时雷起。尧夫曰子知雷起处乎？子曰某知之，尧夫不知也。尧夫愕然曰何谓也？子曰始知之，安用数推也？以其不知，故待推而后知。尧夫曰子以为起于何处？子曰起于起处。尧夫瞿然称善。（《遗书》二十一）

南宋象数派之朱震(1072~1138)受理、气派的影响，把气、象置于第一位，主张有气而后有象，有象而后有数。而蔡沈则极推崇数，认为“圣人因理以著数，天下因数以明理”，对数与物、数与理作出详细的论述：

嗟夫！天地之以肇者数也，人物之所以生者数也，万物之所以得失者数也，数之体著于形，数之用妙乎理，非穷神知化独立物表者，曷足以与此哉！（《洪范皇极序》）

物有其则，数者尽天下之物则也。事有其理，数尽天下事理也。得乎数，则物之物，事之理，无不在焉。不明乎数，不明乎善也。不诚乎数，不诚乎身也。故静则察乎数之常，而天下之故无不通。动则达乎数之变，则天下之几无不获。（《洪范皇极·内篇》）

有理斯有气，气著而理隐。有气斯有形，形著而气隐。人知形之数，而不知气之数。人知气之数，而不知理之数。知理之数则几矣。动静可求其端，阴阳可求之始，天地可求其物，万物可求其化，鬼神知其所幽，礼乐知其所著，生知所未，死知所去。易曰穷神知化，德之盛也。（《洪范皇极·内篇》）

5.2.2 秦九韶论数学

秦九韶的数学观是讨论易学对数学影响的最好的案例。我们以其书名为出发点展开讨论。按作者自序该书成书于 1247 年(宋理宗淳祐七年),公元 1842 年首次刊刻题名《数学九章》,但考察其前近 600 年的传抄史,发现尚有《数术大略》、《数学大略》、《数学九章》诸称。

宋代文献有两条记载涉及该书。一为秦九韶同代人陈振孙在其《直斋书录解题》卷十二“象纬类”中有“《数术大略》九卷”、“鲁郡秦九韶道古撰”语。另一为周密在其元初成书的《癸辛杂识续集》卷下秦九韶传中有“所述《数学大略》”

其后有关记载出现在《永乐大典》(1403~1408)中,书名为《数学九章》。1421 年从南京运往北京的一批书藏于文渊阁,其《文渊阁书目》(1441)中亦包含《数学九章》。永乐年以后叶盛(1420~1474)在其《菴蓂竹堂书目》卷五中提到《数学九章》。万历年间,1616 年,赵美琦(1563~1624)得文渊阁本,并有如下记载:

数书十卷,系赞九章,序东鲁秦九韶所作,而书不著作者姓名,岂即秦九韶所著耶?淳祐七年,宋理宗年号。此书原阁抄本,会稽王云来应遴(1223~1296)录得,予借录一过。册无一止《数书》,“九章”二字,乃王漆入。”(现传印本《数书九

章》秦九韶自序后)

钱谦益(1582~1664)在其《绉云楼书目》卷二中记有,宋秦九韶九卷“《数学九章》”,而清初钱曾(1629~1701)在其《也是园书目》卷一中记有“秦九韶《数书九章》十八卷”。乾隆年间,由于《四库全书》(1773~1781)编撰,戴震从《永乐大典》中辑出《数学九章》十八卷并改为九卷。此时收藏、读见《数学九章》的有孔广森(1752~1786)、孙星衍(1753~1818)、李潢(?~1811)、张仁敦(1754~1834)、李锐(1769~1817)、顾千里(1770~1839)、秦恩复(1760~1843)、焦循(1763~1820)、汪莱(1768~1713)、骆腾凤(1770~1841)。

但其后,赵美琦本《数书九章》又传至张敦仁手。赵本传抄导致郁松年主持、宋景昌主校,刊刻出以赵本为主的《数书九章》编入“宜稼堂丛书”。

流传六个世纪,书名四易,何为主题?秦九韶自序中“今数术之书,尚三十余家,和从隐君子受数学”两语含有“数术”和“数学”二词,前者可与陈振孙记《数术大略》相合,而后者可与周密记《数学大略》符。究竟何者为原意?李迪认为,陈与秦有直接交往,倾向《数术大略》为确。^①

据现有史料确切断其原题已成疑难。但秦九韶自序及九条“系之曰”讨论其数学观尚不乏门路,且可从中窥见易对数学思想影响之一斑。

①李迪:《数学九章》流传考,吴文俊主编,《秦九韶与数书九章》,北京师范大学出版社,1987年,第43~58页。

“信知夫物莫不有数也，乃肆意其间，旁讫方能，探索查渺，羸若有得焉”表明，他笃信“物莫不有数”并且这种信念激励其研究并有所发现。谈到数学的作用，他区分为两种：“大则可以通神明、顺性命，小则可以经事务、类万物。”也正是基于这种观点，他又把数学分为两类，即通神明、顺性命的“内算”和经事务、类万物的“外算”：“天象历度谓之缀术，太乙壬甲谓之三式，皆曰内算，言其秘也。《九章》所载，即周官九数，系于方圆者为算术，皆曰外算，对内而言也，其用相通，不可其二。”

他的这些观点实源发于《易传》，兴盛于宋易象数派。当我们讨论到他关于数学起源时，就更易发现易学对其数学思想的影响。他不仅一般地接受数学“爻自河图洛书”而且以“圣有大衍微寓于《易》”表明他的“大衍术”渊源于《易》。此言绝非附会之词，他的确发现了《周易》筮法的同余结构，将《易》视为大衍远源理所当然。当他说“圣人神之，言而遗其羸。常人昧之，由而莫之觉”时，可想像到他对自我的这一发现是何等之自豪。微寓《易》的大衍术，“历家虽用，用而不知”，他发现了。虽然“通神明、顺性命，固肤末于见”，但“小识经世”“设为问题”也很是得意。在这种情境下，他说出“数与道非二本”是何等自然。他自己致力于“经世务、类万物”的数学研究，讨论了九类八十一题，但他并不将其与“通神明、顺性命”的研究割裂开来。“对内而言，其用相通”之说，是他对“数于道非二本”的一个注释。

对于易学家的用以推演造化的数理哲学，许多科学家颇感兴趣。沈括（1031—1095）曾在其《梦溪笔谈》卷七“象数”中谈及推往古兴衰运历之法，“西都邵雍亦知大略……终不知

其何术”而“常恨不能尽得其法”。清王植《皇极经世直解》说及康节数学，赞邵子以前知著称，其数学之详不传，而推万物之大略已具（《观物外篇·十二》注）。我们在讨论秦九韶数学观时，似应对“又尝从隐君子学数学”高度重视。这里的“数学”无疑当为易学之“数学”。联系序文中之“大衍皇极”之话，我们有理由猜测秦九韶读过《皇极经世》，进而可以推论其书可能原题《数学大略》。

秦九韶之后有明代数学家顾应祥在其著作《测圆海镜分类释术》序中也多次述及“余自幼好学数学”。明柯尚迁的《数学通轨》（1578年）和李笃培（1575~1631）的《中西数学图说》（1631年）清杜知耕的《数学钥》（1681年）等书的题名中都使用了“数学”一词。

5.2.3 易学方法论在数学研究中的发展

宋元数学之发达首先有唐王孝通《辑古算经》为其学术基础，次为北宋经济之发达，三为政府对数学教育之重视。1109年宋廷为66名古代历算家封爵塑像实为尊重知识分子之创举。但要想实现数学科学的创造没有理论思维指导是不可能的。在上一节关于秦九韶数学观的讨论中，我们已经窥见宋代哲学思想对数学影响之一斑。现在我们从方法角度作更具普遍性的讨论。

在4.2.2节中，我们讨论过《易传》“类族辨物”的方法论原理，并且讲到《黄帝内经》将其发展为“比类”的若干种具体方法。在5.1.2节中还谈到在《九章算术注》中刘徽如

何将类推发展为等式推理，建立数学概念体系。在宋代，理学家又为“类推”增置了“格物穷理”的前题。“格物”原出《礼记·大学》的“致知在格物，格物而后致知”，而“穷理”则出于《易传·说卦》的“穷理尽性以至于命”。北宋程颐（1033—1085）将《大学》的“格物致知”之花移接于《易传》的“穷理尽性”之木，提出：“格物穷理，格物是要穷尽天下之物，但于一事上穷尽，其他可以类推。”（《遗书》卷十五）南宋朱熹（1130~1200）将“格”训为“即”，提出“即物穷理”：“所谓致知在格物者，言欲致吾之知，在即物而穷理。”他也主张，只要认识个别事物的道理，就能由此“做个样子”，“以类而推”地认识其他事物的道理，而达到“豁然贯通”，悟出万物之理（《朱子语类》卷十八）比类“方法广为宋元数学家们采用，我们可从中领略理学中科学理性之影响。沈括首创堆垛术（即高级等差级数求知）是比类方法之典型应用：

隙积者，谓积之有隙者，如累棋层及酒家积罍之类，虽似复斗四面皆杀，缘有刻缺及虚隙之处，用刍童法求之，常失于数少。予思而得之，用邹童法为上行，下行别列下广，以上广减之，余者以高乘之，六而一，并入上行。（《梦溪笔谈》卷十八）

对此需作些现代的解释。这里的所谓“刍童”即长方台，“上广”意为台垛顶层宽，“下广”为底层宽。如果以 a 和 b 分别记顶层的宽和长两个方向堆积物之个数，底层则记为 c 和 d ，每层长宽各差 1，共堆积 n 层，则堆积物总数 s 为

$$S = ab + (a+1)(b+1) + (a+2)(b+2) + \cdots + (a+n-1)(b+n-1) \\ = \frac{n}{6} [(2b+d)a + (2d+b)c] + \frac{n}{6} (c-a)$$

沈括给出的具体例子 $a=b=2$, $c=d=12$, $n=11$ 。依式可知, 自上而下各层堆积物数为 $2^2=4$, $3^2=9$, $4^2=16$, $5^2=25$, $6^2=36$, $7^2=49$, $8^2=64$, $9^2=81$, $10^2=100$, $11^2=121$, $12^2=144$ 。之差依次为 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17, 19, 21, 23, $S=649$ 。如果对此再求一次差, 则各相邻项之差均为 2。各层个数正好构成一个二阶等差级数。可以证明对长宽不等的情况有同样的结论。

今人对此作方法研究给出如下评论:

沈括建立层坛求积与积罍求积的联想基础很简单, 即它们的外形都是长方台。因此, 当沈括把物体个数视为长度整尺数时, 经过叠棋这一中介, 就很容易确认, 可以把层坛的体积视作积罍的总累数, 然而, 正是这一合理的联想使得沈括作出了用连续模型来处理离散问题的有效尝试。❶

等差级数问题在《九章算术》中就提出了, 南北朝人张邱建在其《张邱建算经》中给出等差级数求和公式, 而沈括的隙积术属于高阶等差级数问题, 正如他自己所说此法“造

❶袁晓明:《论中国古典数学思维特征》,《自然科学史研究》第9卷(1990年)第4期,第297~307页。

微之术，古书所不到者”。沈括运用了比类方法达到堆积术的创造，但他并没有“比类”这个词。杨辉在其《详解九章算法》（1261年）中才正式提出“比类”概念。在书中各类垛积问题作为体积计算的比类题目附于其后，本质上是求级数的前几项和。他所得到的公式实为沈括公式的特例。再后的朱世杰在其《四元玉鉴》（1303年）中把高级等差级数求和问题推进到较为系统和更为普遍的解法。这些都可以在数学史书中找到。关于朱世杰“垛积招差数”，我们这里特别有兴趣于钱宝琮（1892~1974）的一个发现。他指出其三角垛积公式与贾宪的“开方作法本源”图的一致性。^①

贾宪生卒年月不详，活动在十一世纪。据文献记载，他曾写过数学著作，但都已失传，只杨辉的《详解九章算法》附录收录了其一部分。其中包括“开方作法本源”图。贾宪在解方程时，常常遇到二数和的任意次方的展开问题，因此他发现了展开系数的规律，编制出图 5.1.3.1 所示的“开方作法本源”图。

^①钱宝琮主编：《中国数学史》，第 199~200 页，科学出版社，1964 年。

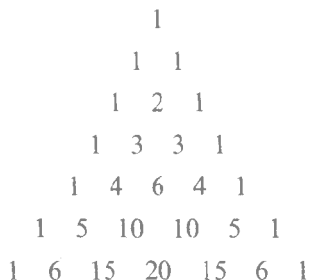


图 5.1.3.1 贾宪开方作法本源图

此图包括是 0 次至 6 次的二项式展开的全部系数的一种有规则的排列。它的相应的二项式展开的现代数学表示为

$$(a+b)^0 = 1$$

$$(a+b)^1 = a+b$$

$$(a+b)^2 = a^2 + 2ab + b^2$$

$$(a+b)^3 = a^3 + 3a^2b + 3ab^2 + b^3$$

$$(a+b)^4 = a^4 + 4a^3b + 6a^2b^2 + 4ab^3 + b^4$$

$$(a+b)^5 = a^5 + 5a^4b + 10a^3b^2 + 10a^2b^3 + 5ab^4 + b^5$$

$$(a+b)^6 = a^6 + 6a^5b + 15a^4b^2 + 20a^3b^3 + 15a^2b^4 + 6ab^5 + b^6$$

贾宪如何应用这个三角数表示开方，我们这里不作介绍。我们感兴趣的是三角数表与一串三角垛性质的一致性问题。钱宝琮指出三角数表所显示的性质恰好是三角垛一般公式：

$$\sum_{r=1}^n \frac{1}{p!} r(r+1)(r+2)+\cdots+(r+p-1)$$

$$= \frac{1}{(p+1)!} n(n+1)(n+2)+\cdots+(n+p)$$

这需要作些说明。式中 $p=1, 2, 3, 4, 5, 6\cdots$ 。
 $p=1$ 对应茭草垛， $p=2$ 对应三角垛， $p=3$ 对应撒星垛，
 $p=4$ 对应三角撒星垛……。我们可以展开为更为醒目的形式：

$$1+2+3+\cdots+n = \frac{1}{2!} n(n+1)$$

$$1+3+6+\cdots+\frac{1}{n!} n(n+1) = \frac{1}{3!} n(n+1)(n+2)$$

$$1+4+10+\cdots+\frac{1}{3!} n(n+1)(n+2) = \frac{1}{4!} n(n+1)(n+2)(n+3)$$

$$1+5+15+\cdots+\frac{1}{4!} n(n+1)(n+2)(n+3)$$

$$= \frac{1}{5!} n(n+1)(n+2)(n+3)(n+4)$$

$$1+6+21+\cdots+\frac{1}{5!} n(n+1)(n+2)(n+3)(n+4)$$

$$= \frac{1}{6!} n(n+1)(n+2)(n+3)(n+4)(n+5)$$

通过比较可以发现，垛积诸公式左边各项恰好依次为开方作法本源图诸斜线上的前 n 项数字。朱世杰的三角垛积求和公式，现在不难用归纳法证明，但钱宝琮对其当究竟如何推得颇感疑惑。我这里联系贾宪三角提出一个推想。

如果比类法起作用的话，贾宪可能依据邵雍的六十四衍生的“二分法”比类得到他的三角数表。我在《易图的数学结构》中对易卦所作的代数解释表明，易卦的生成的数学本质恰是二项式展开，不同之处只在 a 和 b 不可交换。在这个意义上，贾宪的三角数表与邵雍的六十四卦次序图可以互译。进而，朱世杰的三角垛积求和公式与贾宪三角之可互译性，允许我们猜想朱世杰也可能通过与易卦生成图比类得出他的诸垛积公式。

比类方法在数学中的应用获得众多创造性的成果，诸多的成功更促成它的推广应用，因而出现若干题名包含“比类”的数学著作，诸如杨辉的《田亩比类乘除捷法》（1275 年）吴敬的《九章算法比类大全》（1450 年）。

5.2.4 邵雍论物理之学

在中国古代，“物理”并非如今日物理学之内涵，而是关于“一切事物秩序的学问”。“物理”一词最早见之于《淮南子》，甚至可以再往前追溯到《庄子》。从晋杨泉的《物理论》到明方以智的《物理小识》都沿袭这一思想。方以智在其《物理小识·总论》中，援引其父方孔炤所著《潜草》说：

《潜草》曰：圣人观天地，府万物，推历律，定制度，兴礼乐，以前民用，化至感若，皆物理也。

在这种大物理观中，万物生化的核心机制是“感应”。我们已经在 4.2 节讨论《易传》中的宇宙秩序原理时，专门讨论过它。自汉代起感应论原理和易经的象数论结合，逐渐发展出一种精致的数理感应论。这在程颐和邵雍的著作中有集中的表现。

程颐对“气”的感应曾作过详细论述。他在对咸卦九四爻的注释中说：“感，动也，有感必有应。凡有动皆为感，感则必有应。……所应复为感，感复有应，所以不已也。”，在他看来感应作用是“气”的一种普适性质；天地之间只有一个感与应而已”（《遗书》卷十五）。

邵雍不以汉代经师之言为训，他放弃了他们以卦气和象数解易的繁琐经学形式，认为“知易者不必引用讲解，始为知易”，以探讨天地万物的运动和变化为旨宗，创建宋代象数学的数学派。程颢(1032~1085)所写的《邵尧夫先生墓志铭》中说：

“先生少时，自雄其材，慷慨大志。既学，力慕高远，谓先王之事可必致。乃其学益志，德益邵，玩心高明，观于天地之运化，阴阳之消长，以达乎万物之变，然后颓然其顺，浩然其归。”（《二程全书·明道文集》）

邵雍之子邵伯温为其父《观物内篇》所作《系述》中淋漓尽致地表述了数理感应观：

变化者生生不穷之谓也。有数则有物，数尽则物穷。有物则有数，物穷则数尽矣。然数无终尽，数尽则复。物无终穷，穷则变，变故能通，复故能久。日月星辰，变乎寒暑昼夜者也。水火土石，化乎雨风露雷者也。雨风露雷，地之化和乎天者也。一唱一和，而后物生焉。暑寒昼夜，变乎性情形体者也。风雨露雷，化乎走飞草木者也。性情形体，本呼天而感乎地者也。走飞草木，本乎地而应乎天者也。一感一应，而后物成焉。一唱一和，一感一应者，天地之道，万物之情也。凡在天地之间，蛮夷华夏皆人也。动植飞走皆物也。人各有品，物各有类，品类之间，有理有数存焉。推之于天地，而后万物之理昭焉。

台湾学者刘君灿极力倡导关于中国科技感应论的共识。我只是在他的“感应论”前加了“数理”两个字。他认为 因为中国重感通，而声与光是人与人和人与自然沟通最重要的媒介，所以中国声光科技的早发繁美势所必然；律历合篇为《律历志》，音律通天的观念也彰显中国自然与人文沟通的整体特色；候风地动仪也是在地动天摇而人可象之的观念指导下制造出来的，待人以其候天风之地动；共鸣的运用与诠释成为中国声学的特色；电磁现象的发现与诠释甚至与其有关的避雷针和指南磁针的发明，都与“感应”观念密切相关。他认为中国传统科学是“以类比为方法，以感应为主要观念，

以器、象、类、数为基本构架的’。^①

在中国历史上“物理之学”一词首见于邵雍的《观物外篇·十二》。他写道：“物理之学或有所通，或有所不通。不通可以强通，强通则有我，有我则失于理而入于术。”

邵雍著《皇极经世》，包括《观物内篇》和《观物外篇》。内十二篇为邵雍手著，外十二篇为门徒所记之言。明黄畿著《皇极经世传》，认为：“皇极观物之有内篇，犹《易》之有系辞也。凡十有二篇，统论一书之大旨。研精极思，曲畅旁通，扩大易所未发。”张嵎认为“内篇理深而数略，外篇数详而理显”。清王植著《皇极经世直解》，在对邵雍的著作作注释时，对《观物外篇·十》作了这样的评论：

此篇皆格物穷理之精义也。首以声音唱和图说，继以推算之理，由人及物，而日月星辰，水火土石，风雨雷露，鸟兽草木，性情形体之说备焉。

现在我们阐述邵雍的“物理学”思想：物理学的内涵、性质和方法。

关于物理学的内涵，由其《观物外篇·十二》中“老子五千言，大抵皆明物理”一语，即可知其大概。他所谓的物理学实为天地万物运动变化之理的学问。在他看来“学不际天人，不可谓之学”（《观物外篇·十二》）。就他书中所论物理的范围，确从天地的起源直到人文历史。就自然现象说，

^①刘君灿：《天工人为——中国的物理》之“自序”，台北，幼师文化事业公司，1988年。

他以阴阳刚柔和感应为纲论述了天地的产生，日月星辰运动，水火土石之化成，雨风露雷之成因，走飞草木性情之变化……。

关于物理学的性质，他强调理、性、命的统一。他说：

《易》曰：“穷理尽性，以至于命。”所以谓之理者，物之理也。所以谓之性者，天之性也。所以谓之命者，处理性者也。所以能处理性者，非道而何？”（《观物内篇·三》）

理、性、命统一于“道”。而且：

道之道，尽之于天；天之道，尽之于地；天地之道，尽之于物矣；天地万物之道尽之于人矣。人能知其天地万物之道，所以尽于人者，然后能尽民也。（《观物内篇·三》）

关于治物理学的方法，“观物”一词是他对其所作的最高的概括。他首先肯定人有观物的生理条件：

人之所以能灵于万物者，谓其目能收万物之色，耳能收万物之声，鼻能收万物之气，口能收万物之味。声色气味者，万物之体也。耳目鼻口者，万人之用也。体无定用，惟变是用。用无定体，惟化是体。体用交而人物之道，于是乎备矣。（《观物内篇·二》）

对如何观物，邵雍区分“以物观物”和“以我观物”。他说：“以物观物，性也。以我观物，情也。”他强调以物观物，并称之为“反观”：

夫鉴之所以能为明者，谓其能不隐万物之形也。虽然，鉴之能不隐万物之形，未若水之能一万物之形也。虽然，水之能一万物之形，又未若圣人能一万物之情也。圣人之所以能一万物之情者，谓其圣人能反观也。所以谓之反观者，不以我观物也。不以我观物者，以物观物之谓也。既能以物观物，又安有我在其间哉？是知我亦人也，人亦我也，我与人皆物也。（《观物内篇·十二》）

他所谓之“反观”实即以“理”观“物”，或者说以“道”观“物”。否则就会使“学”降为“术”：

象起步于形，数起于质，名起于言，意起于用，天下之数出于理。远乎理则入乎术，世人以数入术故失于理也。（《观物外篇·六》）

我们不妨重复前文引用过的他的那段话，以加深对他的“反观”的印象：

物理之学，或有所通或有所不通。不通可以强通，强通则有我，有我则失于理而入于术。

邵雍认为，人虽是万物之灵，但仍为万物中之一物。人为物中之“至物”，圣人为人中之“至人”，亦即“物之物”。圣人之智慧在于“无我”地观物：

谓其能以一心观万心，一身观万身，一物观万物，一世观万世者焉。又谓其能以心代天意，口代天言，手代天工，身代天事者焉。又谓其能以上识天时，下尽地理，中尽物情，通照人事者焉。又谓其能以弥纶天地，出入造化，进退古今，表里人物者也。（《观物内篇·二》）

邵雍作为著名易学家而提出有关物理学的思想，对后世有很大影响。然而，他本人却拘守“君子之学，以润身为本，其治人应物皆余事也”。对宋明物理科学的发展作出重要贡献的沈括、朱载堉、宋应星都受理学之影响。

5.2.5 沈括的物理学研究

沈括（1031—1095），字存中，浙江钱塘人。一生大部分时间为官，因永平失守连累受贬，遂筑梦溪园，回忆平生见闻，撰《梦溪笔谈》。

《宋史·艺文志》记载沈括著书 22 种 155 卷，又据《梦溪笔谈》和宋代诸家书目尚有 18 种。现尚存《梦溪笔谈》26 卷、《补笔谈》3 卷、《续笔谈》1 卷、《长兴集》残本 19

卷和《苏沈良方》中的沈括医方。《梦溪笔谈》被李约瑟誉为中国科学史上的里程碑。

沈括是中国古代以博学著称的学者，《宋史·沈括传》说他“博学善文，于天文、方志、律历、音乐、医药、卜算无所不通，皆有所论著”。他在物理学方面的贡献包括磁学、声学 and 光学三个分支领域。

在磁学领域，他最早记载了“以磁石磨针锋”的人工磁化方法，磁针所指“常微偏东，不全指南”的记载可理解为他首次发现地磁场的偏角，尽管他没有地磁的概念；他详细讨论了水浮、悬吊、置于碗沿和指甲盖等四种指南针安装法。在光学领域他把“碍”作为科学概念引入光学，他研究了透光镜，他记载了“红光验尸”方法。在声学领域，他用纸人做琴弦的声共振实验，以“虚能纳声”概括空腔集音的作用。

沈括的这些物理学方面的贡献与以易学为主干的理学精神是否有关呢？我们可以从分析他的著作得到某种答案。易学在他的工作中的影响，主要表现为易学理学的理性精神，而他的声学领域诸研究似乎可以说是把感应论具体化在科学工作中了。

北宋程颐和程颢论证“理性”范畴，将它既作为道德理性，又作为认识理性。程颐说：“凡眼前莫非是物，物物皆有理，如火之所以热，水之所以寒，至于君臣父子之间皆有理”（《程氏遗书》卷十九）又说：“一草一木皆有理，须是察。”（《宋元学案·伊川学案上》）这种崇尚理性的精神在沈括身上有极强烈的反映：

熙宁中，京师久旱，祈祷备至，连日重阴，人

谓必雨。一日骤晴，炎日赫然。余时因事入对，上问问雨期。余对曰：“雨候已久，期在明日。”众以谓频日晦溽尚且不雨，如此肠燥岂复有望。次日果大雨。是湿土用事时连日阴者，丛气已效，但为厥阴所胜，未能成雨。后日骤晴者，燥金入侯，厥阴当折，则太阳得申明日，运气皆顺，以是知其必雨。此亦当处所占也，若他处侯别所，占亦异其造微之妙。间不容发，推此而求，自臻至理。（《梦溪笔谈》卷七“象数一”）

沈括充满理性的头脑，在研究物理问题时尤为“理性”。《梦溪笔谈》有关条款，几乎每条都离不开“理”的评说，其追求“理”的具体情况我们摘引几段。

补卷三、药议（磁针）：

以磁石磨针，则锐处常指南，亦有指北者，恐石性亦不同。如夏至鹿角，冬至麋角。南北相反，理应有异，未深考尔。

卷二十四、杂志（磁偏角）：

方家以磁石磨针锋，则能指南，然常微偏东，不全南也。水浮多荡摇。指瓜及碗唇上皆可为之，转运尤速，但坚滑易坠，不若缕悬为最善。其法取新纆中独终，以芥子许蜡，缀于针腰，无风处悬之，则针指南。其中有磨而指北者。予家指南、北者皆有之。磁石之指南，犹柏之指西，莫可原其

理。

卷三、辩证一（阳燧）：

阳燧照物皆倒，中间有碍故也。算家谓之“格术”，。如人摇橹，橹为之碍故也。若鸢飞空中，其影随鸢而移；或中间为窗隙所束，则影与鸢遂相违，鸢东则影西，鸢西则影东。又如窗隙中楼塔之影，中间为窗所束，亦皆例垂，与阳燧一也。阳燧面注，以一指迫而照之则正，渐远则无所见，过此遂倒。其无所见处，正如窗隙、橹橹、腰鼓碍之，本末相格，遂成摇橹之势。故举手则影愈下，手下则影愈上，此其可见。阳燧面注，向日照之，光皆聚向内。离镜一、二寸，光聚一点，大如麻菽，著物则着火，此则腰鼓最细处也。岂特物为然，人亦如是，中间不为物碍者鲜矣，小则利害相易，是非相反；大则以己为物，以物为己。不求去碍，而欲见不颠倒，难矣哉！《酉阳杂俎》谓：“海翻则塔影倒”，此妄说也。影入窗隙则倒，乃其常理。

这段话讲阳燧倒像道理之详尽，思路之清晰，其理性之头脑跃然纸上。更有意味的是，从自然现象之“碍”讲到人事之“碍”多么酷似二程的“理性”观 接下去我们欣赏沈括的声学论述，以体会感应论的威力。

补卷一、乐律（应声）：

琴瑟弦皆有应声：宫弦则应少宫，商弦则应少

商，其余皆隔四相应。今曲中有声者，须依此用之。欲知其应者，先调诸弦令声和，乃剪纸人加弦上，鼓其应弦，则纸人跃，他弦即不动。声律高下苟同，虽在他琴鼓之，应弦亦震，此之谓正声。

卷六、乐律二（共振和谐振）：

古法，钟磬每簠十六，乃十六律也。然一簠又自应一律，有黄钟之簠，有大吕之簠，其他乐皆然。且以琴言之，虽皆清实，其间有声重者，有声轻者。材中自有五音，故古人名琴，或谓之清徵，或谓之清角。不独五音也，又应诸调。予友人家有一琵琶，置之虚室，以管色奏双调，琵琶弦则有声应之，奏他调则不应；若遍二十八调而不应，则只是逸调声也。古法一律有七音，十二律共八十四调。更细分之，尚不止八十四，逸调至多。偶在二十八调中，人见其应，则以为怪，此理常耳。此声乐至妙处也。今人不知此理，故不能极天地至和声。世之乐工，弦上音调尚不能知，何暇及此！

5.3 “格物穷理”说与晚明科技综合光彩

明代有郑和（1371~1435）七次远航壮举，留下了名闻世界的紫禁城和万里长城。贯穿南北的大运河，经著名工程师白英之手增设了汶水分流和河闸。为治理黄河，潘季训（1521~1595）发明束水攻沙法并著《河防一览》。特别在晚

明，中国传统科学技术放出最后一道光彩，在不到百年的期间内出现了五部综合传统科技的巨著。李时珍（1518~1593）著《本草纲目》，对本草学进行了一次大综合。朱载堉著《乐律全书》（1536~1611），对传统律学进行了综合。徐光启（1562~1633）著《农政全书》，对传统农学进行了大综合。徐弘祖（1586~1641）著《徐霞客游记》，对传统水文地理进行了大综合。宋应星（1587~？）著《天工开物》，对传统农业和手工业技术进行了大综合。

造成晚明科技光彩的因素很多，文化的因素为其一。明中叶以后关于“格物致知”的空前大讨论与科技密切相关。这时对“格物致知”的理解，由于阳明心学成为时代精神的特征，因而增加了新的内容。王守仁（1472~1528）的心学主“良知良能”其易学观主张“良知即易”，谓格物致知当自求诸心。明清之际学者方以智（1611~1671）受阳明心学影响而提出：“格物之则，即天之则，即心之则。”^①1901年，蔡元培（1868~1940）曾把“格物”归为“归纳法”，而把“致知”归为“演绎法”^②。这种比照法无疑已赋予“格物致知”以“心之则”。近人论及心学于科技方面的作用，贬斥甚多。刘君灿在讨论方以智科学哲学思想时提供了另一种见识：

宋代理学集大成的朱熹标榜“即物穷理”，力撰《大学格物补传》，而其学并号朱学，颇重“道学问”之途。但至明代后，未学已见支离支蔓，加之标榜

^①《蔡元培论科学技术》，河北科学技术出版社，1985年，第3页。

为官学，诉诸八股，学者颇病之。在科技上，物类之分也不是表面观察即可。这种情况到了王阳明，提出“即心即理”的呼吁。这反映在科学哲学上的便是从“以物格物”的时期到了“以心格物”的时期，或者说自孟子的感官“小体”时期到了心智“大体”的时期。阳明的格竹成病大悟便是一大契机，他悟到徒以感官格物，成天面竹不足以格物，必须心智上想出办法来，格物方可有成。^①

他认为，正是这种以心之“大体”为方法提纲，明代科技才有其辉煌成就。李时珍的本草自然分类法，朱载堉的律学、宋应星的声学、徐霞客的地形观察与分析，方以智的光学，皆与此有关。

5.3.1 李时珍及其《本草纲目》

李时珍(1518~1593)，字东璧，号濒湖，湖北蕲州人。生于世医之家，十四岁考中秀才。“三试于乡不售”，于1537年决意弃儒从医。专医后，复师当地著名理学家顾问为师，并与乡里郝守道一起探讨医道。经十多年的苦读和临床实践，以医名闻大江南北。1551年李时珍被楚王朱英烜聘为王府奉祠，掌管良医所。不久又被楚王荐于朝廷，授太医院判。但李时珍不愿专侍皇室，一年后托病告归。遂1552年

^① 刘君灿：《方以智》，东大图书公司，1988年，第22页。

开始着手著《本草纲目》，经 27 年的呕心沥血，终于在 1578 年完成巨著。但当该书于 1593 年即将刊刻之时，李时珍与世长辞了。死后“敕封文林郎，蓬溪知县”。葬于南湖蟹子池地。

李时珍著述甚丰，其代表作是《本草纲目》。该书为本草学著作，52 卷，190 万言，载药 1893 种，附药图 1109 幅，附方 1096 首。全书分三部分。第 1 和第 2 两卷为本草理论，评注 41 种历代诸家本草著作，开列引证医生 361 部及引据经史百家书目 591 种，申明采自 28 种本草书药品总数，论述药物分类、药剂法则、药物采制、药物品性、用药凡例等。第 3 和第 4 卷题《主治》，分列 113 种病症主治药物。第 5 至第 52 卷，为书之主体，按水、火、土、金石、草、谷、菜、果、木、服器、虫、鳞、介、禽、兽、人 16 部分论各药。

《本草纲目》的科学价值在于，不仅因为它集历代本草学之大成而为后世本草学之典范，而且由于它对矿物、植物和动物等药物的形态、性质、产地所做的记载也可视为博物学著作。该书为后世历代本草学家研习，深远影响直至今日。它流传到亚洲、欧洲和美洲诸国，达尔文（Charles Robert Darwin, 1809~1882）的进化论、林奈（Carl von Linne, 1709~1778）的植物分类学都曾受其影响。它不仅是历史的研究对象，至今仍有实用价值。

李时珍的医学思想渊源于《黄帝内经》和张仲景的《伤寒论》，其重大理论创见有二：一为“脑元神之府”说，在中国历史上第一次明确提出脑是思维的器官；二为修改“命门即肾”为“肾间命门”说，完成中医命门说史的一大转折。他

的新药物学方面的创造性在于他的新分类体系。他放弃历代相传的“三品”分类法，按自然形态建立逐级分类的纲目系统，已接近近代自然科植物分类水平。

李时珍把历来医学中的阴阳五行理论引入本草学，仿朱熹《通鉴纲目》，建立本草分类系统。李时珍取得其成就有其思想根源。他认为本草“虽曰医家药品，其考释性理，实吾儒格物之学”（《本草纲目·凡例》），因此主张“医者贵在格物”（《本草纲目卷一四《芎藭》》）。他自认为他的《本草纲目》“虽命医书，实该物理”（李建元《进本草纲目疏》），为《本草纲目》作序的王世贞也认为《本草纲目》“实性理之精微，格物之通典”。

李时珍思想中及其《本草纲目》中所体现的格物精神明显来自理学的影响。将医学视为儒学格物始于朱震亨（1281-1358）的医著《格致余论》。朱震亨祖上自南宋后期即设堂授经，自幼受儒子熏陶。三十六岁投朱熹四传弟子许谦门下。1325年后又从刘完素（1110~1200）再传弟子罗知悌学医。他在其《格致余论》序中说：“古人以医为吾儒格物致知一事。”又莫若为朱世杰《四元玉鉴》作序也将算学视为古人格物致知之学。正是这样潮流导致李时珍有医学格物说及其实践。

李时珍在其《本草纲目》中援引《易传》说：

易曰：一阴一阳之谓道。男女构精，万物化生。乾道成男，坤道成女。此盖言男女生生之机，亦惟阴阳造化之良能焉耳。（《本草纲目》，人部第五十二卷人傀）

他把这种阴阳思想引入本草学：

天造地化而草木生焉。刚交于柔而成根荄，柔交于刚而成枝干。叶萼属阳，华实属阴。由是草有木，木中有草。得气之粹者为良，得气之戾者为毒。故有五形焉，金、木、水、火、土。（《本草纲目》，草部第十二卷·目录）

他还以“比类取象”方法把动、植诸类归属五行，完成本草理论体系五行化。

5.3.2 朱载堉及其《乐律全书》

朱载堉(1536~1611)字伯勤，号句曲山人，为朱明王朝皇室。

朱载堉为明仁宗朱高炽（1378~1425）第六代孙，郑恭王朱厚烷（1518~1591）之子。朱厚烷于1527年册封为王，载堉出生后亦被封为世子。朱厚烷因上书谏世宗皇帝及受诬告而于1550年废为庶人，载世子冠带亦被夺。自此他筑土室独处，研读著述19年。1568年穆宗登基，大赦天下，朱厚烷平反复位，载堉重入王府。1591年其父卒，载堉倾心著述，将王位继承权让于载尔。

朱载堉一生潜心学术，在乐律、数学和历法领域作出了贡献。他最突出的贡献是首创十二平均律，完成音乐理论上

的“哥白尼革命”。朱载堉著作甚丰，收入《乐律全书》者 14 种 46 卷，未收者尚有 6 种 20 卷。

朱载堉自幼“即悟先天学”，后著有《先天图正误》（《河南通志》卷五十八《人物》）。在他取得科学成就而进奉皇帝时，曾自我表白：

臣笃好数学，弱冠之时，读《性理大全》，见宋儒邵雍《皇极经世书》、朱熹《易学启蒙》、蔡元定《律吕新书》、洪范《皇极内篇》等而悦之，口不绝诵，手不停放，研究既久，数学之旨颇得其要。”（《进律书奏疏》）

朱载堉的理学观念与其父朱厚烷及外舅祖何瑭的影响有关。朱厚烷虽然为王，但好学能文，且笃信儒学。何瑭进士出身，先作翰林院庶吉士、编修、编撰，后任提学、少卿、侍郎、御史等高官；其为学崇儒贬道，著《儒学管见》；其论学以格致为宗，撰《乐律管见》、《阴阳管窥》、《医学管见》。

在朱厚烷受屈遭贬家居期间，朱载堉与其父一起研究律学并共著《操缦》、《旋宫》等谱。其父下述一番话是他创造十二平均率的指导思想：

六经有听律之文，无算律之说。律由声制，非由度出。黄钟之声既定，则何必拘九寸。执守九寸为说，误矣。况又执守王莽尺与斛铭，不亦误甚乎！盖律家所谓三分损其一者，犹历家所谓四分度

之一也，皆大略之率耳。自汉刘洪已来千有余载，疑四分之一者疑之转深而转密；信三分损其一信之弥久而弥疏；何律历二家愚智相较、霄壤相悬也！夫数以理为本，而人心之灵又理数之本也。惟于理有未穷，故其知有不尽。先儒岂欺我哉，彼于冥冥之中固有昭昭者存，但患学者不下苦功夫以求至当耳。援笙证琴，昭然易晓；援琴证律，显然甚明。仲吕顺生黄钟，返本還元；黄钟逆生仲吕，循环无端。实无往而不返之理。笙琴互证，则知三分损益之法非精义也①。

朱载堉受其影响养成对理学的批判精神，因此他能对京房、刘歆、蔡元定等人的音律学说有所批判，但易学家们所极力倡导的“历律和谐”说是他音律学思想的基础。下面四段来自他的不同著作，表明这种情况。

《周髀》曰：“冬至夏至，观律之数，听钟之音，知寒暑之极，明代序之化”，是知律者历之本也，历者律之宗也，其数可相倚而不可相违。故曰《律历融通》此之谓也（《律历融通·序》）

律吕之学，以声数为至要。若夫辩论，乃其本节也。声者，合四一上勾尺工凡六五之类是也；数者，一二三四五六七八九十之类是也。前贤不留心

①戴念祖：《朱载堉——明代的科学和艺术巨星》，人民出版社。1986年，第88页。

于此。其以为深者，媮薄自画，而讨论不来；其以为浅者，鄙俚斯嫌而泣色不出。故于论数目、尺寸、声调、腔谱等处，卒删之。昆则史家之通弊也。（《律吕精义·序》）

律学先求黄钟，犹历家先求冬至也。次求蕤宾，犹夏至也。又求夹钟，犹春分也。又次求南吕，犹秋分也。然后求大吕，除黄钟外诸家律吕之首也。其次求应钟，诸律吕之终也，亦犹历史所谓履端、举正、归途也。黄钟履端于始，蕤宾举正于中，应钟归余于终。（《算学新说》）

百事道法喻律之数，纪之以三，若每季三月之类；平之以六，若昼夜六时之类，成之以十二者，四季而成一岁、凡十二有二月，昼夜而成一日、凡十有二时，天之大数止于十二。故律吕相生，其数亦然也。（《律学新说》卷一“立均第九”）

5.3.3 徐光启及其《农政全书》

徐光启（1562~1633），字子先，号玄扈，上海人。出生于一个家道中落的农家。二十岁中秀才，三十六岁中举，四十三岁中进士，遂被考选为翰林院庶吉士，四十六岁授翰林院检讨，从此徐光启步入官途。但翰林院检讨这个闲散的差事，使他有条件研究学问。在近花甲之年，徐光启于1619年以詹事府少詹事兼河南道监察御史衔，为抗金督练新军。1622年徐光启被阉党任以礼部右侍郎兼翰林侍读学士协理

詹事府事，他不肯与之伍，拒绝上任，因而受劾，于 1624 年“冠带闲住”上海。1628 年崇祯即位，阉党事败，徐光启官复原职，翼年升礼部左侍郎，主持修改历法。1630 年再升礼部尚书。1632 年他又以礼部尚书兼东阁大学士入阁，参予要政，1633 年 8 月再加太子太保、文渊阁大学士兼礼部尚书，而位极人臣，11 月逝世，谥号定公。

徐光启一生可分为两段。中进士之前的大半生为穷经应试尽心，其间所撰十多种著作，只《毛诗六帖》传世。而其后的近三十年则致力于经世致用之道。在其后半生徐光启创立三大业绩：一为与利玛窦（Matteo Ricco, 1552~1610）合译《几何原本》（1607），二为主持编成《崇祯历书》（1635）三为编撰《农政全书》（1639）。

《农政全书》初稿于 1625~1628 年间写就，亦未定名。1639 年由陈子龙整理增删，以《农政全书》名刊刻。全书分农本、田制、农事、水利、农器、树艺、蚕桑、蚕桑广类、牧养、制造和荒政十二门，共六十卷，计七十余万字。其中徐光启自作者约六万字，其余引录自二百二十九种古代和同代文献。徐光启的农学思想体现在对文献的分类汇编及其评注中。

中国有重农传统。历代农书有可查者五百余种，传世至今者亦存其半。大型农书在徐光启前有北魏贾思勰的《齐民要术》、元王桢的《农书》，而其后有清廷官修之《授时通考》。《农政全书》不仅比其前的两部农书内容更丰富、体例更科学，而且也为其后的《授时通考》所不及。

从现代的观点看《农政全书》的最大特色不在农业技术方面，而在政策方面的远见卓识。至少在人口、粮食、灾荒

三个问题上对今人来说有极为重要的预警对策之意义。

晚明人口增长的压力已为有识之士所注意。冯梦龙(1574~1646)在对《古元之》故事的眉批中谈到：不若人生一男一女，永无增减，可以长久。若二男二女，每生加一倍，日增不减，何以养之？”(《太平广记钞》卷七)宋应星(1587~?)也在其《怜愚诗》中有所感叹：“一人两子算盘推，积到千年百万胎。幼子无孙犹不瞑，争教杀运不重来。”徐光启以其科学见识在人口调查基础上，提出“人生之率”的人口科学概念：

洪武中亲郡王以下男女五十八位年，至今乐为位者百二十七，是三十余年一倍矣。隆庆初丽属籍者四万五千，而见存者二万八千，万历甲午丽属籍者十万三千，而见存者六万二千，即又三十余年一倍也。夫三十年为一世，一世之中各有二男子，此生人之大率也。（《处置宗禄查核边饷议》）

在徐光启之后有吉洪亮(1746~1809)注意到人口压力，他估算人口以五倍于生产力的速度增长。事实上自乾隆六年(1741)至道光二十年(1840)中国人口从1亿4千万增加到4亿1千万。

粮食问题的解决，自隋代已成问题。大运河开凿以后，南粮北调日甚。为了减少北方对南方的粮食依赖，主张开垦北方的弃耕荒地。他亲自在天津屯田示范，以推行其兴垦计划，著《风土论》论说移耕可行。

水、旱、蝗三大凶灾，徐光启最重蝗灾。他研究中国历

史上一百一十一次蝗灾的时间和地域的统计规律，著《治蝗疏》言治蝗之策。

基于本节之命题，我们不拟叙述徐光启其他两项业绩。现转向他的学术思想。他按照自己的理解宋明理学中的科学精神，赞美一切“格物穷理之学”，以“一物不知，儒者之耻”为铭，陈子龙赞他：生平所学，博究天人而皆主实用”。（《农政全书·凡例》）他推崇王守仁的“兼长备美”思想，为“超胜”而“会通中西”。他发挥易学“革故鼎新”的思想，主张“治历明时取象于革”（《崇祯历书·恒星历指》），矢志改革历法。他特别重视象数学：

象数之学，大者为历法，为律吕，至其他有形有质之物，有度有数之事，无不赖以用，用之无不尽巧极妙者。（《泰西水法》序）

徐光启提出“度数旁通十事”，将天文和气象、测量和水文、音乐、军工、会计、建筑、制造、测地、医学和计时都纳入数量化的轨道，以图“由数达理”（《条议历法修正岁差疏》）

徐光启是中国科学从传统到近代过渡时期的“两栖”科学家。竺可桢曾把徐光启同 F. 培根（1561~1626）作比较，认为后者比前者更伟大。^①

^①竺可桢：《近代科学先驱徐光启》，载《申报》3卷（1934），第3期。

5.3.4 徐弘祖及其《徐霞客游记》

徐弘祖(1587~1641)字振之,号霞逸、霞客,江阴人。祖上四代为拥万亩良田的豪门望族,迄父辈虽家境中落,仍很富。父有勉,居家治圃无意功名利禄,厌恶达官贵人。因齟齬于群豪,而气至中风,后又被盗困疾卒。此时弘祖年方18岁。在父亲的影响下,弘祖博览群书,却不志仕途。

从20岁起,徐弘祖开始了他旅游考察的生涯。从游太湖(1607)开始,先后北游泰山(1609),东游洛迦、天台、雁荡诸山(1913),南游武夷山(1616)和庐山、黄山(1618)及九鲤湖,西游嵩山、华山(1623)。1625年母亲去世,服丧期满就开始万里遐征。先是忽南忽北,南下远至广东罗浮(1628)北上远至北京盘山(1629),展转山西五台(1633),间歇重游闽浙。自1636年起远游大西南,从江阴乘船出发经浙江、江西、湖南、广西、贵州达云南,经人劝阻才经湖北、安徽而归,历时四年。

徐弘祖的旅行考察,足经江苏、浙江、安徽、山东、河北、河南、山西、陕西、福建、江西、湖北、湖南、广东、广西、贵州、云南十六省,行程万里,写下976天的西南游记,计56万字。

据唐锡仁和杨文衡的统计,《徐霞客游记》记载,在地貌方面,有61种地貌类型,各类名称达2016个;在水文方面,有24个水体类型,各类水体名称848个;在生物方面,有植物133种、动物42种;在地矿方面,有矿产18种、产地25处、温泉11个、热泉5个、气泉4个;在气象

方面，有西南游 920 天的气象日记；在地理方面，有县以上的地名 415 个，县以下的地名 2670 多个；在建筑方面，有寺庙 730 多座、桥梁 361 座；在民族方面，有 10 多个民族名称；在农业方面，有 45 种农作物和农产品；在手工业方面，有矿场 65 处，造纸场 7 处，水碓、水磨 6 处；在集贸市场，有交易市场 19 处；在渔业方面，有淡水养鱼 6 处。^①

《徐霞客游记》在地表溶岩和洞穴方面所得的成就领先西方 150 多年，在世界科学史上占有地位。

徐弘祖好奇书不喜象数。交友甚广，其中不乏经学家和精《易》之人。但留下的著作中少有这方面的内容。但他献身科学，万里遐征，“穷九州内外，探奇测幽”（《徐霞客游记》卷十下），实事求是，确实体现了他那个时代的“格物”实学精神。

5.3.5 宋应星及其《天工开物》

宋应星（1587~？），字长庚，江西奉新人。28 岁中举，又为功名苦学十几年，五次赴京会试而不第才罢休。作四年县教谕，后又历任几处地方小官，直至明亡，归家隐居。

他在科学领域的贡献主要在于，他在任县教谕期间所写的《天工开物》，关于农业和手工业技术的详实记载成为我

^①唐锡仁、杨文衡：《徐霞客及其游记研究》，中国社会科学出版社，1987 年，第 185 页。

们了解当时科技水平的宝贵文献。他的《野议》、《论气》、《谈天》、《思怜诗》晚近才被发现。其中《论气》有他关于声学的理论。

《天工开物》全书十八卷，约四万言，并附图一百二十余张。依据“贵五谷，贱金玉”的指导思想，划分为上中下三部。上部六卷讲吃穿事，中部七卷讲器具制造，下部五卷为矿冶、酿造。它作为一部重要的中国科技史文献，虽然未能完全反映明代的技术水平，但其简要而又较有系统的记述确实是当时综合技术书的代表作，而且因其中所记技术有不少项居世界之首，而使其具有世界科技史意义。

我们从他流传下来的著作中，难以找到许多关于易学的言证。如果他的《观象》不佚的话，或许能满足我们的某些需要。尽管如此，我们还是能分析易学对他的科学性工作的影响。

无论在《天工开物》中，还是在《谈天》、《论气》中，我们都可以找到宋应星对儒家思想的某种程度的不满。最激烈的莫过于他在《天工开物·序》中那句名言：“此书与功名进取毫不相关，岂大业文人弃之案头！”我们可以想像，一个追求功名进取到 47 岁而未如愿的人，是何等气愤。但我们也可以设问，如果最后一次会试他获得了功名，他会成为怎样的人呢？即使如此激愤，我们还是能从他的著作的字里行间看到儒学对他的影响。

他的《气论·序》残缺头首，但仍可以判断，他对一位“登坛说法，引喻多方，又不能畅其所欲”的演讲者，受到儒家的“若冠仇然”的攻击而不满，但接下去的“然诸家攻之者，只言其异端，而朱晦翁始以四十二章，其言却亦平

实”，表明他对朱熹的赞肯。

易学不能只视为儒家经典，从《易传》始它就是儒道互补之文化。重于探究自然的学者，一般不追求以唯一的思想体系作世界观。正如爱因斯坦自我表白的那样，有时他们象个“机会主义者”。古代“科学家”大体也是这样。对各派哲学他们取其所需，而不拘守一家之说。宋应星，当他走上探究自然道路以后，基本也是取这种态度。

宋应星对易学的态度，在其思美诗里有直接的表达：“惊人事业优《尧典》，绝世文章玩《系词》。”如果说诗不能算数的话，那末《天工开物》书名的寓意就不一般了。宋应星本人没有明白交待其寓意，后人作出种种分析。“天工”一词出于《尚书·皋本谟》中“无旷庶官，天工人其代之”之句，而“开物”一词则源于《易传·系辞》中“夫《易》，开物成务，冒天下之道，如斯而已者也”之句。宋应星合两者为“天工开物”。

不管历代经学家对“天工”和“开物”作何诠释，宋应星在其著作中取“天工”和“人工”两者相对之义无疑。对于“开物”在其著作中别处均不见。唐孔颖达把“开物成务”诠释为：“言《易》能开通万物之志”。在邵雍的《皇极经世》中，“开物”为“一元”历史周期的混沌初开，万物化生之义。“天工开物”之义似应指“自然化生万物”。

《天工开物》书名取义于《易》反映了宋应星的精神世界的易学形象，而《论气》完全以易学气学派的观点指导探索自然，则表明他的这种精神落实于理论研究之境况。

仅仅残留 200 多字的《论气·序》就有“大圆之内为方”，“乾坤易简之理”两处易学费用语词。而《形气化二》

中的‘坎水为男’和‘离火为女’两语则更加鲜明。《气声》九章占《论气》的 1/3 篇幅。宋应星的声学理论是以“气”为其基础的。他以气动、气势、气应、气荡四个基本概念建立起他的声学理论。“气动”是发声的机制，在下面的这段文字中，他提出冲、界、振、辟、合、逼六种气动机制：

气本浑沦之物，分寸之间，亦具生声之理，然而不能自为声，是故听其静满，群籁息焉。及夫冲之有声焉，飞矢是也；界之有声焉，跃鞭是也；振之有声焉，弹弦是也；辟之有声焉，裂缯是也；合之有声焉，鼓掌是也；持物击物，气随所持之物而逼及于所击之物有声焉，挥椎是也。当其射，声不在矢；当其跃，声不在鞭；当其弹，声不在弦；当其裂，声不在帛；当其合，声不在掌；当其挥，声不在椎。微芒之间一动，气之征也。

“气势”被用于说明声音强弱之别概念。高山瀑布激涧之声惊魂丧魄，而敝瓮欹侧、覆水沟渠则不见有声，是何缘故呢？

曰：此所谓气势也。气得势而声生焉。不得其势，气则馁甚……势至而气至焉，气至而天地之气应之。

上引已出现“气应”之说，这是属于普遍“感应论”的一个概念。它用于解释撞钟伐鼓发声的机制。钟鼓之声非为钟

壁鼓皮生声，仍然是气之所致：

气本浑沌之物，莫或间之。当其悬钟与漫鼓也，其中所含之气，与其外所冒之气，目忆相思，有隔膜之恨焉。适逢撞伐，而急应之，呼大而应之以大，呼小而应之以小，呼急而应之以疾也。

“气荡”用以表达声音传播的机制：

物之冲气也，如其激水然。气与水，同一易动之物。以石投水，水面迎石之位，一拳而上，而其文浪以次而开，至纵横寻丈犹未歇。其荡气也亦犹是焉，特微渺而不得闻耳。

在这里，通过水波的比喻，宋应星提出了声波的概念。

第六章

易科学的困境

自 17 世纪始，由于西学东渐的刺激，乾嘉学派中几位可谓身兼“科学家”的易学大家已有某种“以科学治易学”和“以易学治科学”的意识，如方以智、江永和 焦循等。真正从现代科学立场解释和阐发易学始于德国数学家莱布尼茨。在当时的欧洲，关于中国的研究被认为是西方对东方的“挑战”作出的反应。其实并非如此，追求进取精神正旺的西方学者很快发现了中国的落后和保守。当时的莱布尼茨正在孜孜不倦地致力于中西文化交流，但他的这一研究并没有立即在中国引发易学科学热。本世纪以来唐海宗著《医易通说》（1910 年）、沈仲涛著《易卦与代数之定律》（1924）和《易卦与科学》（1934）、薛学潜著《易与物质波量子力学》（1937）

以及丁超伍著《科学的易》，与科学有关的易学著作仍然寥寥无几。进至 1980 年代，情势已非同以往，在“文化热”的大潮中出现了“易学热”，并且易学与科学的结缘成为其特征。

近年来，讨论易学与科学关系的专门的会议连续召开，科学易的论文和著作急剧增加。与科学有关的专门易学会年年开、多处开。下面所列会议一览表只是其中规模较大、内容专一的会议：

1989 年 5 月，河南安阳，《周易》与现代自然科学全国学术讨论会。

1989 年 10 月，贵州贵阳，国际易医相关研究学术讨论会。

1990 年 4 月，四川成都，易经科学学术报告会。

1990 年 10 月，河南安阳，《周易》与现代自然科学国际学术讨论会。

1990 年 10 月，山东泰安，《周易》与中医学术思想研讨会。

在论著方面，不仅每年有百余篇科学易论文，而且十余种科学易著作被出版。近 10 多年出版的专著按出版先后列举如下：

《易经科学》黄本英，1980 年。

《周易参同契研究》，周士一，潘启明，1981 年。

《科学无玄的周易》沈宜甲，1984 年。

《易图的数学结构》董光璧，1987 年。

《易经——古代中国的世界图式》，乌恩溥，1988 年。

《八卦宇宙论与现代天文学》，刘子华，1989 年。

《易经与传统医学》麻福昌，1989 年。

《周易与中医学》杨力，1990 年。

《中国医易学》，邹学熹、邹成永，1990 年。

《周易原理与古代科技》，江国梁，1990 年。

《周易科学观》，徐道一，1992 年。

《太极太玄体系》，郑军，1992 年。

但是，在学者中，对易学与现代科学结缘的态度是针锋相对的。不少人对于过分夸大《周易》科学性和满足于肤浅比附的种种所谓“科学易”著述持批评态度。但他们多不公开批评，只有少数人肯于出来正言厉色地维护易学和科学的声誉。我们可以在报刊上看到这样的批评：

人们发现它具备了计算机原理、突变论的数学结构、遗传密码的排列等，用近乎迷信而不是科学理性的态度去研究并解释《周易》，这实在是文化退步的一种表现。^①

中国哲学史家唐明邦对易学与自然科学的关系日益密切满怀喜悦，并预言说：

在“《周易》热”蓬勃发展的今天，可以预期古老的《周易》及其易图所蕴涵的整体观念、系统原理、序列思想、相对原理、对称图式、互补原理、

^①于立：《言过其实的 周易 热》，《社会科学报》，1990年4月26日。

均衡思想、周期循环思想等，肯定能够给予现代科学家以更多的新启示。果真如此，则不仅是人类科学发展之福，亦乃中华民族优秀文化之光。 ❶

另一位中国哲学史家萧蓬父，在“科学易”异军突起的形势下，虽然他主张应以发掘凝结在易学传统中的人文意识和价值理想为易学和易学史研究的主线和灵魂，但他还是认为“科学易”研究所取得的长足进展是当代易学的一项特殊成就。不过他也提出诚恳的告诫 ❷：

“科学易”的研究有一个理论和方法的导向问题。首先，在理论上，应该承认《易》之为书的原始形态，虽是人类智慧创造的一株奇葩，但毕竟是古老中华文化发蒙期的产物。它本身必然是在科学思维的萌芽中充斥着宗教巫术的迷信，即使经过晚周时期《易传》作者们的哲学加工，改变着其中科学思维、人文意识与神物迷信的比重成分，但仍然是原始科学与神物迷信的某种结合。因而，“科学易”作为现代形态的知识体系，必须将这固有的科学与迷信的结合加以剥离，必须将传统易学中某些固有的神秘性（各种拜物教意识、神物迷信等等）

❶ 唐明邦：《周易：打开宇宙迷宫的一把金钥匙》，载丘亮辉等主编《周易与自然科学研究》，中州古籍出版社，1992年，第21-29页。

❷ 萧蓬父：“人文易与民族魂”，载《周易研究》，1991年第4期，第1-7页。

加以扬弃。这是十分困难的任务。因为，历史地把握科学与迷信二者的区别与联系，了解二者既相对立、排斥，又相互寄生、转化的机制，以及二者能够共生或实现转化的思想文化条件和社会经济根源，并非易事；且在实验科学所凭依的工具理性范围内得不到解决。其次，在文化心态上，应当看到鸦片战争以来的民族苦难和中西古今文化的激烈冲突，在人们思想上曾造成各种困惑和畸变心理。诸如，面对西方科技新成就，希望“古已有之”的“西学中源”说，幻想“移花接木”的“中体西用”说，都是曾经流行过的思想范式，并在中国文化走向近代化的历程中一再把人们引向歧途。显然，“科学易”的研究，应当避免再陷入这样的思想范式及其种种变形，应当跳出中西文化观的“西方中心”和“华夏优越”、或“浮浅认同”、或“笼统立异”、或“拉杂比附”等误区，而在传统易学与现代科学之间发现真正的历史结合点，从中国“科学易”三百年来具体的历史发展中去总结经验教训，提炼研究和方法，开拓未来的前景。

基于这种分歧，有必要以历史的案例揭示易科学的种种困难。它们包括思想意识、研究方法和表述方式诸方面。案例的选择涵盖自 17 世纪直至当代的那些具有典型意义而又颇有影响的事实。易学与科学在中西会通中的表现、易科学的步履艰难和研究中的非科学意识将被适当讨论。

6.1 易学与中西学会通

明清之际基督教传教士传西学入中土，中西文化接触。在儒士阶层，对待西方科学表现为三种不同的态度。一为完全拒绝，以冷守忠、魏文奎、杨光先（1597～1669）为代表；二为全盘接受，以徐光启（1562～1633）和李之藻（1566～1630）为代表；三为批判吸收，以王锡阐（1628～1682）和梅文鼎（1633～1721）为代表。在关于中西学的争论中还出现三种理论性观点。一曰“中西会通”，二曰“中学西源”，三曰“中体西用”。最早提出“中西会通”者为徐光启。清初有王锡阐、梅文鼎、薛凤祚（1620～1680）等人实践，但只限历算；鸦片战争后，随着第二次西学输入高潮的到来，由于徐寿的重提而走上全面会通。“西学中源”说初为梅文鼎所倡，经康熙帝玄烨（1654～1722）支持而成为“钦定”之策，在乾嘉时期经学大师中颇为流行，到鸦片战争之后，泛滥于整个儒士阶层，乃至整个社会。“中体西用”说是在洋务运动期间出现的，李圭、蒋同演、郑观应、冯桂芬（1809～1874）等关于道器、体用的论说为之先导，中日甲午战争后，沈毓芬明确提出“中体西用”的口号，张之洞（1837～1909）在其《劝学篇》中系统阐发，遂成为政府的一种政策。

“会通”一词源出《易传·系辞上》第八章“圣人有以见天下之动而观其会通”语。朱熹在其《周易本义》中注释说：“会谓理之所聚而不可遗处，通谓理之可行而无所碍处。”在《朱子语类》中他又解释说：“会以物之所聚而言，通以事之所宜言。……且如事理间，若不予会处理会，却只见得一

偏，便如何行得通？须是于会处都理会，其间却只有个通处。……会而不通，便窒塞而不可行；通而不会，便不知许多曲直错杂处。”在中西两方文化接触以后，“会通”成为处理中西学关系的一种指导思想。

两种文化接触和交融是文化发展的一种动力机制。“中西会通”在理论上是正确的，尽管在实践操作上有很大困难，而且还需依情势权衡偏重。但是，几乎从一开始，这种“会通”就在虚幻的“西学中源”说的影响下，以考据学的方法进行，走到一条歧路上去。

清代考据学亦称“朴学”，其渊源可推到明杨慎（1488～1559）、陈第（1541～1617）、和清初顾炎武（1613～1682）等人考据训古的治学方法。在乾嘉时期考据学进入全盛时期，并成为学界主流，人称乾嘉学派。乾嘉以其当时社会的经济持续发展 and 政治相对稳定为条件，同清统治者的高压文化政策及文人避祸的软弱心理密切相关。我们已经讲过，朴学是实学思想发展的第三里程碑。此时的实学已从宋代的理性实学、明中叶以来的功利实学发展为“实证实学”。从科学史角度看，它有两大功绩。一是辑佚、考释了一批古代科技典籍，为传统格致学的发展奠定了资料基础；二是，它的实事求是、追寻证据的精神，为接受近代科学架起了方法论的桥梁。

乾嘉朴学大致分为三派：吴派、皖派和扬派。吴派力求模仿和继承汉代经师，不重论是非，偏于唯汉而是；皖派对汉代经学即信又疑，不限于摭拾经义，而是功精比堪，阐发是理；扬派开墨学之先河，反对守株，追求开拓，注重实测。

乾嘉学派中有一批易学大师。易学家亦是潮流中人，面对西学之挑战亦需作出应战的反应，易学究竟有何程度的自我调节能力也受到检验。在“朴学”的“艺以明道”的桎梏下，方以智以易学改进西学的努力归于失败，江永对西学的积极而又实事求是的态度受挫，焦循面对中西学争论而潜言。在比较中西科学方面不能实事求是，何谈会通。

6.1.1 方以智的失败

方以智(1611~1671)字密之，号浮山愚者，安徽桐城人。出身三代易学世家。曾祖方学渐(1540~1615)著有《易蠡》，祖父方大镇(1562~1631)著有《易意》，父方孔炤(1591~1655)。以智生，其祖父取《易传》之“蓍圆而神，卦方以智，藏密同意，变易不易”之义，赐名“以智”。其父有《周易时论合编》传世。以智七岁入塾，祖父择门人王宣为其师，并示塾师尊德性与道问学并重施教。王宣精河洛象数并著有《物理所》，对以智重经学深有影响。以智九岁随父至福建宁州，在长溪听熊明遇讲论西学、物理，而又受西学启发。三十岁(1640年)中进士，授工部观政、翰林院检讨、皇子讲官。1644年李自成义军攻陷北京，方以智投奔南明政权，不为所容。流浪江湖，宁死不仕异主。1650年清军入粤，他披缁为僧。1653年皈依佛门，主持青原寺。弘扬儒佛，交游贤士，志在文化复国。1670年辞主持职，退居泰和首山。翌年，清廷构难，殉节押解途中。

方以智一生命图哆乖，矢志以文化挽救民族，著述数十

万言。有关科学和易学方面的著作主要有《物理小识》、《通雅》、《内经经脉》、《医学会通》、《周易图象几表》、《易余》。

方以智二十岁时曾立下以《易》终生之志：

弱冠慕子长出游，游见天下人，如是而已。遂益狂放，自行至性，而不逾大闲。以为从此以往，以五年毕词赋之坛坫；以十年建事功于朝；再以十五年穷经论史、考究古今；年五十，则专心学易，少所受王虚舟先生河洛理数，当推明之，以终天年，人生足矣。（《浮山文集前编》卷八）

方以智的同代人刘城对方以智治易亦曾有如下证言：

余治易好象数占变之说，又好讲图义……，皖桐则方密之特言之，皆治京焦陈邵诸家，观象玩占之学，非举子辈应有司尺度之言也。然独密之遂以易登上第矣。密之才高学博，凡天下官地志阴阳五行筮蓍诸术，艺无不精，此非以为易，而皆与易有涉者。（刘城：《峯桐文集》卷三页十四）

方以智发挥《易传》中的“会通”思想，立志实践两个方面的会通。一方面，他会通中国传统文化的诸领域；另一方面，他企图调合中西，以易学改造西学。前者是方氏家学的传统，其特点是以经世思想为出发点调和朱陆。后者是西学东渐形势下的一大潮流。他借用孔子向郊子问学的典故，表

达他兼采西学的态度：

尝借泰西为问郯，或然表法，反卦策，知周公、商高之方圆积矩全在于《易》，因悟天地间无非三两也。（《浮山文集前编》卷六，《曼寓草》卷下）

其子方中通在《物理小识编录缘起》中对此给出佐证：

王虚先生作《物理所》，崇祯辛未，老父为梓之。自此，每有所闻，分条别记。如《山海经》、《白泽图》、张华、李石《博物志》、葛洪《抱朴子》、《本草采摭》，所言或无证，或试之不验，此贵质测，征其确然者耳。……老父《通雅》残稿，自京师携归，《物理小识》原附其后。老父庚寅苗中，寄回一麓，小子分而编之。生死鬼神，会于惟心，何用思议，则本约矣。象纬历律、药物同异，验其实际则甚难也。适以远西为郯子，足以证明大禹、周公之法，更精求其故，积变以考之。士生今日，收千世之慧，而折衷会决，又乌可不自幸乎！

方以智的“质测”兼“通几”的方法论见识所反映的正是这种“会通”意识。一方面，他的“格物之则”包括“天之则”和“心之则”；“求多理于外物（质测）与“求一理于内心（通几）”要求“会通”感官的“小体”与心智的“大体”；另一方面，他的“质测”和“通几”又是“会通”中西科学的，“质测”合

儒学的“格致”与西学的“观察实验”于一语，而“通几”又兼《易传·系辞》的“研几”和西学“几何”(geometry)之义。

方以智为兼采西学曾走访意大利传教士毕方济，厚交德国传教士汤若望，令子中通与波兰传教士穆尼阁游学京师。艾儒略《西学凡》和《职方外纪》、金尼阁的《西儒耳目资》以及当时出版的《天学出函》、《星土分野》、《主制群征》等西学书被其征引。《物理小识》援引文中西学资料占5%。

方以智在“会通”中西科学方面，由于受利玛窦(Matteo Ricci, 1552~1610)所传《万国图法》影响曾经想参考泰西地球画度绘制《禹书经天合地图》，虽然未成亦足见其“会通”之心意。在音韵学方面，还力图吸收西方拼音文字的优点。

今日得《西儒耳目资》，是金尼阁(Nicolas Trigault, 1577~1628)所著，字父十五，母五十，有甚、次、中三标，清、浊、上、去、入五转，是可以证明吾之等切。(方以智：《膝寓信笔》)

泰西氏十字皆只一画，作 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 0, 不烦两笔。(方以智：《通雅》卷一)

字之纷也，即缘通与借耳，若事属一字，字各一义，如远西因事乃合音，因音乃成字，不重不共，不尤愈乎？(方以智：《膝寓信笔》)

方以智在其著作中也批评西学。他批评西学的“上帝造

物”神学观，以中国古典中“地恒动不止，如人在舟坐，舟行而人不觉”批评地心说，他还指责西学重质测而忽视通几。在他的思想中充满渴望新生而又眷恋旧物的矛盾。在会通中西中，他过多的努力于易学的发微。

现在我们到他的著作中，细看易学精神对他的研究之深刻影响。从科学角度研究方以智，他的《物理小识》应最受重视。这本书充满易学精神、易学语言、易学名家之思想。这本书反映出来的他为科学所作的努力以及他在光学方面所取得的成就与易学的关系。

在《物理小识·自序》中，方以智用约 400 字向读者声明，他的这本书的学问是“通几”和“质测”之学。在论说“盈天地之间皆物”一段话之后他说：

以费知隐，重玄一实，是物物神神之深几也，寂感之蕴，深究其所自来，是曰通几；物有所故，实考究之，大而无会，小而草木蠹蠕，类其性情，徵其好恶，推其常变，是曰质测。

这 65 个字定义中的“通几”贯注了《易传·系辞》的两个重要精神：“感通”和“研几”。其出于上篇第十章的如下两段话：

易无思也，无为也，寂然不动，感而遂通天下之故。非天下之至神，其孰能与于此。

夫易，圣人之所以极深而研几也。唯深也，故能通天下之志；唯几也，故能成天下之务；唯神

也，故不疾而速，不行而至。子曰：“易有圣人之道四焉”者，此之谓也。

《物理小识·总论》不足 3000 字，直接言《易》之句四，引《易》之词语之处六，发挥《易》及易学名家的文义之文多于半。

直接言《易》之句：

圣人与民折中日用，使之中节而已，其格致研极之精微，皆具于《易》，谁固达而先知乎。

通神明之德，类万物之情，易简知险阻，险阻皆易简，《易》岂欺人哉？或质测或通几，不相坏也。

《易》曰神而明之，存乎其人，姑识其小者，以为考究之士谈薮消间云尔，不敢构虚以周也。

与民同患，即是至密，以死治生，药济更灵，《易》吉凶，《范》表响威，因二以济，正以民之信理不如其信利也。

总论引易及发挥易义且不表，仅就其中受邵雍影响极深之处略述之。方以智不仅直言“邵子言变化感应而归之于道”；以邵、葵为嚆矢，征《河》、《洛》之通符，而且其中有两处共约 700 字明显是抄自并发挥邵雍《观物内篇》中的两大段话。其一处为“先儒曰：阳交于阴而生蹄角之类……动物自首生，植物自根生；自首生，命在首，自根生，命在根。”其二处为“有一日之物，有一月之物，有一时之物……”

安望其通而知乎？”方以智的“通几”、“质测”探索论实质上就是贯通“通神明”和“类万物”，所以他说“质测即藏通几者也”。

作为易学科学史谈方以智所受的易学影响，应当重在讨论易学对其获取科学成果所起的作用。作为明末四公子之一，曾拜东林阁大学士，晚年出家主青原禅寺，反清殉节的方以智，他在文学、经学、音乐、艺术诸多领域造诣均佳，于哲学和自然科学则在同代学者中名列前茅。

方以智的代表作科学著作为《通雅》（1666）和《物理小识》（1665）。前者是一部字典，后者则是一部笔记。

在《通雅》中，他对知识作了如下分类：

考测天地之家，象数、律历、音声、医药之说，皆质之通也，皆物理也。专言治教，则宰理也。专言通几，则所以为物之至理也。（《通雅·文章薪火》）

这里他把知识分为“物理”、“宰理”和“至理”三大类。用当今术语说，“物理”属自然科学，“宰理”指社会科学，“至理”是“宰理”和“物理”之上的更具普遍性的哲学。方以智的“质测”学属于“物理”而他的“通几”学则属于“至理”。

《通雅》十五卷，分疑始、释古、天文、地舆、身体、称谓、姓名、官制、事制、礼仪、乐曲、乐器、器用、衣服、宫室、饮食、算术、植物、动物、金石、谚原、切韵声源、脉考、古方解等四十四门。《物理小识》十二卷，分天、历、风雷雨阳、地、占候、人身、医药、饮食、衣服、

金石、器用、草木、鸟兽、鬼神方术、异事等十五类。这两部书都属包括了天文、地理、算学、动植、矿物、医学、声音文字、文学艺术等多方面的“志艺”之学。它已成为中国科技史研究的重要史料。侯外卢誉方以智为“中国的百科全书派大哲学家”。^①

《物理小识》和《通雅》两书中浸透了易学精神，体现了他的中西会通思想。但是，他的会通并不成功。近代任道斌对其学术倾向之功过有如下评论：

在西学东渐过程中，方以智对西学采取批判吸收的态度，同时对中国的文化科技作了调查整理。方以智试图改正西学的不足，然而，三代学《易》家庭的影响，虽给他带来了自然的朴素辩证法，但这不能完全解释宇宙，以致使他陷入了形而上学。由于先天的不足，他不可能像牛顿那样，从科学实践中去寻求三大定律式的科学观，只能从《周易》、《河图》、《洛书》中检出神秘主义作为改进西学的武器，所以他的尝试归于失败。从方以智身上我们可以看到，一种新文化的传入，不仅会因为政治因素而受到夭折，而且也会因为学者本身的不成熟，和传统文化习惯势力的根深蒂固而遭到夭折。从方以智身上，我们看到晚明文化繁荣进步的短暂。（任道斌：《方以智简论》，载《清史论丛》）

① 侯外卢：《方以智——中国百科全书派大哲学家》，《历史研究》，1957年第6/7期。

6.1.2 江永的受挫

江永(1681-1726),字慎修,江西婺源人。诸生,晚年方入贡。专治《十三经注释》,于《三礼》有精深研究;研习西洋历算,治《易》根于西法。于古今制度、天文地理、钟律推平,无不深究索隐。学长比堪,博通古今,开清代朴学皖派之先河。弟子众多,戴震为其中最著名者。著作甚丰,《四库全书》收其书目十五种。易学著作有《河洛精蘊》。同科学有关的著作有《翼梅》、《律吕新论》、《春秋地理考实》。

江永为朴学皖派先驱,其传人戴震虽成朴学一代名师,但未能贯彻江永的实事求是精神,未如江永肯公言其古韵之学根于等韵、象数之学根于西法。①戴震早逝,其后学名家虽重,能光大其业者限于考据、训古、音韵。至嘉庆年间,左右历算研究大方向者为吴派钱大昕和扬派阮元。

江永私淑梅文鼎,但在行星运动理论方面多取西说。他读《历算丛书》加以衍绎,著《翼梅》八卷(1740),对梅文鼎以中学附会西学之处,实事求是予以纠正。

梅文鼎之孙梅穀成(1681-1763),他作为梅氏历算学的合法继承人和御前历算家认为江永“主张西学太过”,曾赠联暗示江永:“殚精已八欧罗室,用夏还须亚圣言。”(江永:

① 钱宝琮:《戴震算学天文著作考》,《浙江大学科学报告》,第1卷(1934年),第1期

《翼梅又序》) 当他读过江永的《翼梅》后, 认为该书是“入室操戈, 复授敌人以柄而助之”, 讥其“谄而附之”(梅穀成:《五星管见附记》)。遂以“用力虽勤, 揆之则古称先, 开圣拒邪之旨则大戾矣”为由, 拒绝为其作序(梅穀成:《梅氏历算全书》历学疑问跋)。多年以后, 钱大昕(1728~1804) 还以这段故事告诫江永弟子戴震(1724~1777) 不要因“少习于江而特为之延誉”, 暗示戴震江永曾受西学“愚弄”。

6.1.3 焦循潜言

焦循(1763~1820), 字理堂, 江都北湖黄珏桥人。出身易学世家。曾祖父焦源为《周易》之学, 祖父焦镜、父焦慈皆传易学。焦循 39 岁中举, 会试京都不第后, 已无心科举。归卧北湖, 筑雕菰楼教馆授徒为业。深居简出, 潜心研读著述。学识广博, 邃于经义, 尤精于天文历算。仅易学著作就有《易雕菰楼学三书》四十卷(其中《易通释》二十卷、《易图略》八卷、《易章句》十二卷)、《易话》二卷、《易广记》三卷、《注易日记》三卷、《易补疏》、《易余籥录》、《易余集》。同科学有关的著作有《里堂学算记》(包括《加减乘法》八卷、《天元一释》二卷、《释弧》三卷、《释论》二卷、《释椭》一卷、《开方通释》一卷)、《李翁医记》、《医说》、《种痘医书》、《沙疹吾验篇》、《禹贡郑注释》一卷、《毛诗地理释》四卷、《毛诗鸟兽草木虫鱼释》。治学善于博采, 会通中西百家。为人尚交, 与李锐(1769~1817)、汪莱(1768~1813) 磋学甚密, 被时人称“谈天三

友”。

焦循认为：

天算之学有二端：守当时成法，布策推算，无有差戾，术士之学也；明其义蕴，贯而通之，阐发古先，以启来者，儒者之学。

他自己选择了后一端，潜心研究中西数学，反省并阐发古义。在《加减乘除释》中，他以字符代替数字以及对四则运算的基本定理所进行的讨论，可视为当时抽象数学方法的代表。在他的这项研究中，他发现了六十四卦结构与五乘方，即 $(a+b)^6$ 的分解同构，实质上给出了它的代数解。他的有些数学成果难于同汪、李分开。他们在研讨中互相吸收，各自的著作中彼此都有贡献。阮元曾说：

〔焦循〕与吴县李君尚之（锐）、歙肢汪君孝婴（莱），商讨算学，是时李仁卿、秦道古之书，两君未之见也。乙卯，君（焦循）在元（阮元）署中，得《益古演段》、《测海圆镜》二书，急案尚之，尚之为之疏通证明，君又得秦氏所为《数学大略》，因撰《天元一释》二卷、《开方通释》一卷。（阮元：《通儒扬州焦君传》）

焦循把他的数学研究方法和知识用于易学研究。他的《易图略》即是一部以数学治易学的著作，也是以易学治数学著作。其中的旁通、相错、时行、当位、比例诸图实属排

列研究。他这样叙述他研究易学的实证精神：

余学《易》所悟得者有三：一曰旁通、二曰相错、三曰时行。此三者皆孔子之言也，孔子所以赞伏羲、文王、周公者也。夫《易》，犹天也，天不可知，以实测而知。本经文而实测之，《易》亦渐而明。……余初不知何为“相错”，实测其经文传文，而后知比例之义出于相错，不知相错，则比例之义不明。余初不知何为“旁通”，实测其经文传文，而后知升降之录出于旁通，不知旁通，则升降之录不著。余初不知何为“时行”，实测其经传文，而后知变化之道出于时行，不知时行，则变化之道不神。未实测于全《易》之先，胸中无此三者之名。即实测于全《易》，觉经文传文有如是者，……测之既久，益觉非相错，非旁通、非时行则不可以解文传文，则不可以通伏羲、文王、周公、孔子之意。十数年来，以测天之法测《易》，而此三者，乃从全《易》中自然契合。（《雕菰集》卷一六《易图略·自序》）

焦循更以治易学的方法通释诸经。他以数理形式讨论哲学问题。他主张“名主其形，理主其数”的名数观和“名起于立法之后，理起于立法之先”的法理观（《加减乘除释·序》）。他把这种数学哲学用于经学研究，将一切事物的变化归为“理之一”或“数之约”（《加减乘除释》卷二）。

现在我们稍介绍一些“谈天三友”有关中西得失之争的逸

闻。面对乾嘉学派‘艺以明道’的价值观，‘三友’作了不同的选择。^①李锐训服于派规，汪莱自认算学家角色，焦循则矢志‘贯通’中西。

李锐受业吴派钱大昕。钱教导他说：

数为六艺之一，由艺以明道，儒者之学也。自世之学者卑无高论，习于数而不知其理，囿于今不通乎古，于是儒林之实学下同方技，虽多运算如飞，又遏足贵乎。（李锐：《三统术衍铃跋》）

李锐循规蹈矩，实践师教，精实疏古，受到垂青。

汪莱学慕皖派江永、戴震、金榜、程君易畴学。狂放不羁，超异难古，本西学立论，坐冷板凳。罗士琳所撰《续畴人传》称其“尤于西学太深，……墨守西法……”。

焦循为朴学扬代表，亦服膺戴震，扬其天文历算和义理之学。朴厚笃学，博采中西。为人谦和善交。

李锐与汪莱于中西学问之得失，分歧颇大，时有争论。以致世人传其“齟齬”。焦循认为学术之争论可贵。下面是他对汪李之争的态度。

近世盛行西法，自乾嘉之季迄今，以算学知名者十数，而歛汪莱教婴、吴李锐四香之名龙著。

二君皆与予善，予尝招集于秦淮水榭，二君各言中

^①洪万生、刘钝：《汪莱、李锐与乾嘉学派》，《汉学研究》，第10卷（1992），第1期，第85—103页。

西学得失之故，**辩乾**论不可合。予故未习此。
(《包世臣：《费隐与知录序》)

最后，我们看罗士琳按乾嘉学派价值观，对“谈天三友”所作出的比较评论：

然注期于引申古人未言，故所论多创，创则或失于执；焦期于阐发古人所已言，故所论多因，国则或失于平；惟尚之兼二子之长，不执不平，于事实中匪特求是尤复求精，此所以较胜于二子也。

6.2 近代易科学步履艰难

尽管人们对“易科学”抱很大期望，但时至今日，有关它的探索尚无一例成功。有关莱布尼茨受《易经》启发而发明二进制数学之说流传甚广。刘子华以其《八卦宇宙论》获博士学位，但并非真正科学成果。有关遗传密码卦的研究，虽然许多人付出了心力，也仍然没有得到科学上的任何新发现。易学中最富科学性的易卦符号，也尚未能为信息处理开辟出一条新路。

6.2.1 莱布尼茨二进制与伏羲图

莱布尼茨的二进制和易图的关系可以作为思考易科学的

一个很合适的案例。对于这一著名的易学史上的历史事件，各种书刊有许多失实的报导。所以，在对此案进行讨论之前，我们先依英国 E.J 爱顿的论文《莱布尼茨、中国与二进制》所提供的资料列一张年表：

1667 年：莱布尼茨经伯伊奈伯尔克男爵的秘书介绍，与一位曾经写过有关中国著作的耶稣会会士阿塔那鸠斯·开尔夏相识。

1673 年：莱布尼茨在给伦敦皇家学会的信中谈及印戴尔契达所写的《中国人的学问》一书。

1676 年：莱布尼茨探索“普遍符号”理论引用了中国的资料。

1679 年：莱布尼茨于 3 月 15 日完成“论二进制”论文的初稿，同年他还对密龙拉的手稿《中国语言的关键》提出十四点质疑。

1689 年：莱布尼茨与曾在中国生活六年的意大利耶稣会会士克劳习·菲利普·古里麦蒂相识，从而得到有关中国的第一手资料。

1696 年：5 月，莱布尼茨同鲁道夫·奥古斯特大公谈及二进制问题。不久，将其二进制理论写信告之去中国的一位传教士。

1697 年：1 月 2 日莱布尼茨将一枚自己设计的二进制纪念章送给奥古斯特大公。同年出版了他的《中国近事》，二进制与中国人思想体系的联系在其中开始初步得以表达。从北京回巴黎休假的白晋看到莱布尼茨的书立即写信给他，告诉他有关中国的最新消息，并将自己的著作《康熙皇帝传》赠予他。12 月 2 日，莱布尼茨回复白晋谈及他对笛卡尔自

然法则的批判及自己的生机论形而上学诸原理。白晋又回信指出莱布尼茨信中所述的形而上学诸原理与中国哲学一致。

1701年：2月15日，莱布尼茨致信给已在北京的白晋，介绍自己的二进制原理。2月26日，莱布尼茨将《试论新数的科学》交给巴黎科学院书记芬托奈尔。4月25日莱布尼茨在该科学院宣读了他的这篇论文，但要求芬托奈尔暂不要出版，以便作更充分的研究。11月4日，白晋从北京发出给莱布尼茨的回信，告之他发现六爻易卦与二进制的关系，并寄给他伏羲六十四卦方圆图和次序图。

1703年：4月1日莱布尼茨收到白晋1701年11月4日发给他的信和伏羲图，并立即回信，同时(4月2日)写信给卡鲁路·茂里丢·沃塔，告之白晋的发现。4月7日莱布尼茨将题为《关于仅用0与1两个记号的二进制算术的说明并附有其效用及关于据此解释古代中国伏羲图的探讨》的论文交给他的一位老师毕纽恩，以便在科学院的《纪要》上发表。4月17日他又致信伦敦皇家学会的约翰·思，谈及他对中国人几千年的难解之谜作出二进制的解答。

这张年表告诉我们，莱布尼茨在见到易图前二十四年就发明了二进制。“莱布尼茨受易经启发发明二进制”之臆说不能再继续传讹了。这只是顺便尽澄清之责，本节的主题是“从前科学到科学之艰难”。莱布尼茨的二进制与伏羲图关系的历史很可以作为一个案例加以研究。

莱布尼茨不是二进制的最早发明人。在其前，英国数学家、天文学家哈里奥特(Thomas Harriot, 1560~1612)已在未发表的手稿中使用过二进制，而另一位发明人厚万·卡拉麦尔·伊·洛布克威兹于1670年出版的书《两方面的知

识》中，不仅有二进制而且还有十二进制。莱布尼茨发明二进制的直接启迪来自他在耶纳的老师埃哈特·瓦伊尔所著关于四进制的一本书。书名为《四合》，取毕达哥拉斯学派关于 1,2,3,4 加合为 10 之专名。书的作者把数与神联系的思想引起莱布尼茨的兴趣。在瓦伊尔看来四进制是神创造世界的自然体系，所以有四元素、四季、四方位、四大洋等等。瓦伊尔的体系使他想到更简单的体系，即全部数都以 0 与 1 表示。

现在我们转向讨论莱布尼茨研究二进制兴趣的重振之机。从他 1679 年写下二进制算术初稿，到 1695 年与奥古斯特大公谈话重提，中断期约 20 年。大公对二进制的兴趣完全在神学。他暗示莱布尼茨，一切数都由 0 与 1 创造出来为《圣经》所述创世纪提供了表象和类比。上帝从无到有地创造世界恰与一切数源于 0 与 1 的体系对应。莱布尼茨想以大公的这一想法争取各界对自己的发明关注。莱布尼茨为自己的“单子”论的哲学体系而接受了大公的思想。对莱布尼茨来说，上帝保存着已被创造了的单子，并且通过某种发掘连续地产生出这种单子。他向朋友表明，他在二进制中已经寻找到，从无开始的连续的创造以及这种事物依存上帝的那种完美的图像。1 与 0 这二个符号，反映着上帝与从无到有、肯定与否定、完美与不完美、主动与被动、表象与本质等事物的起源。在莱布尼茨看来完美的 1 和不完美的 0 是“创造”的基本象征。在他献给大公的纪念章正面有一个头顶着皇冠的符号串，表示数字 1 贯穿 0，它也是个希腊字母。其寓意是要使人想到《圣经》里的一句话：“必要的东西只能有一个。”（《路加福音》第 10 章，第 42 节）而背面刻的是二进制数

表和计算法实例。在莱布尼茨看来，二进制还体现了奇妙而美的和谐，即数字的周期分布。

莱布尼茨追求的是完美，将周期作为代数演算的对象加以研究。而巴黎科学院所期待的则是它的实际应用。芬托奈尔感到，用二进制记数数位要很多，实际应用不方便。而莱布尼茨则对芬托奈尔不理解自己期望在数论研究方面取得重大发现而大为失望，但他对于易图与自己的二进制一致大为欢心。白晋的发现，虽然不是莱布尼茨所探求的那种应用，但它可以使他发表二进制合法化，对于芬托奈尔及其他人来说成为充分的、重大的成果。

莱布尼茨之所以接受易图，还另有一个重要文化因素。白晋在给他的信中说，伏羲与希腊神话中的赫耳墨斯·特里吉斯可能是同一个人，因此，中国语言是《圣经》所说洪荒辟世前的学者们所共同使用的语言，最终追到埃及的象形文字，中国与埃及文化同源。更进推理下去，还会得出古代中国人信奉自然学。这一点是很合主张东西方普适宗教统一的莱布尼茨口味的。实际上所谓伏羲图本为邵雍所创造，如果莱布尼茨当时知道这些，他会采取何种态度呢？

6.2.2 刘子华八卦宇宙论

刘子华(1900~)的八卦宇宙论，最初由刘佳寿的一篇文章介绍给广大的中国读者。1989年，四川科学技术出版社出版了刘子华1940年由法文写成的博士论文的中文译本，题为《八卦宇宙论与现代天文学——一颗新星球的预

测》。

刘子华中学毕业赴法勤工俭学，曾就读巴黎大学医学院和理工学院。1940年11月18日巴黎大学博士论文审查委员会通过了他的论文，并授予法国国家博士学位，论文以法文出版。1980年法国麦迪西出版社又再版发行。国内也开始介绍，先后有《科学时代》（1983年）、《科学报》（1987年）、《人民日报》（海外版；1987年）、《科学博览》（1988年）等报刊披露。

刘子华将八卦的逻辑结构用于分析太阳系，以八卦配星球，得出存在一颗尚未被认证的行星的预言。这个预言是数量的，它的轨道速度为每秒2公里，密度为每立方厘米0.424克，其轨道至太阳的平均距离为74亿公里。刘子华将其命名为“木王星”。

他之所以能预言一个新行星的存在，并给出平均轨道、轨道速度和密度，是因为他对八卦系作了某种改造。这种改造包括二部分内容，一是将八卦分为初期和后期，二是将卦的男女性赋予数字价值。

卦分初后期，为卦配星球提供了逻辑基础。因为太阳系已知有金星、水星、土星、火星、木星、天王星、海王星、冥王星、地球九大行星，作为太阳系还有地球的卫星月球和太阳自身，共11颗星球。八卦的八个符号是不足以配伍的，尚差三卦。而且易卦系统的结构对称性不允许八卦系统。照常理，易卦系列为二、四、八、十六、三十二、六十四……。理应选十六卦。但刘子华破常规，决定选十二卦表示太阳系星球系统，这也就为存在一个新星球的预测准备了逻辑条件。既然易卦系不存在十二卦的结构系统，刘子华就

得另立易理，于是提出初后期卦的概念。他的这种改造也有易学史上的启迪，那就是明末知德的文王八卦单双配偶图。

《易经来注图解》卷末的文王八卦单双配偶图，将四正卦的离卦置于乾卦之上、坎卦置于坤卦之下，形成两个双配偶卦。刘子华在这一思想的启迪下，把四维震巽兑艮分别配以六爻卦复姤临遁，后者作为前者的后裔，称后期卦。这样就有了初期八卦和后期四卦。他根据卦的男女性和星球间的某些类似性，作出卦与星球的对应。

关于卦的男女性价值数，他依宋胡方平《易学启蒙通释》所载河图与八卦相配图，将八卦所对应的河图外圈之黑白点数规定为男女性价值。于是有乾(7)、坤(6)、兑(2)、离(8)、震(3)、巽(4)、坎(9)、艮(1)。刘子华说：

尤须申明，八卦男女性价值之发现，确在八卦宇宙论上展开一个新局面，因为它可以推演到数量的规律。

关于八卦宇宙论的研究思路，我们介绍到此，已足以看到，要想从易学向科学迈进，不管成功与否，也总是要对易学有所改造，特别是使之可以作数量的推演。

现在我们转入叙述这一研究的初衷及其不被科学界接受的缘由。刘子华的这一研究始于 1930 年。那年一月被预言的冥王星被发现，此事又引起是否还存在第十颗行星的议论。正是在这种学术背景下，刘子华开始了用八卦预测新星的工作。他自己说，这种可能性之最初出现来自《易传·说卦》中“坤为地、坎为月、离为日”的启发。如果其他五行星

与卦对配也不是不可能的，于是沿这个思路他走向了八卦宇宙论。1930 年打下论文的基本框架，但冥王星的天文参数尚欠。1933 年巴黎世界博览会时，有关冥王星的参数公布于世。又经 6 年合定，才于 1939 年完稿。

刘子华把他的八卦宇宙论作为博士论文提交给巴黎大学审查。一场科学文化与人文文化互动的曲折出现了。作为论文审查者的汉学家马伯乐教授对刘子华采用的卦理有所怀疑，建议不通过。于是院长房德耶斯也就拒绝接受。那时的马伯乐对《周易》的科学价值或许是持半信半疑的态度。在拒绝之后，他又函告刘子华，表示愿意重新审查。在他们见面时，马伯乐告诉刘子华说，他接受了论文，并为它写了引言和结论，阐明研究中国古典之困难和刘文的价值。这样，刘子华的博士论文经答辩通过了。

以上所述完全根据刘子华书前自序，下面要谈及中国天文学界的反映。据传中国天文学家张钰哲对刘子华的八卦宇宙论持否定态度。至今中国天文学界对此未发表任何书面肯定意见。也就是未把刘子华的这一工作，作为科学工作接受下来。所有那些报刊报道之讼词都不算数，必须等待科学共同体的认可。八卦宇宙论已经给出平均轨道距离，按现代天文仪器的技术水平，检验“第十颗行星”存在是不成问题的。尽管刘子华的努力是可贵的，但八卦宇宙论至今仍不是科学。

最后，我们把刘子华书后所附当时学者以及当今学者的评论摘录下来，以供读者评价八卦宇宙论玩味：

巴黎大学哲学系教授：

他费了许多考证与灵巧，来阐明近代科学与中国古代单凭直觉而构成之科学，有深奥符合。其结果之饶有兴趣者，在以精确计算为证明。且此文又是极为稀有之试验，值得世人注意。因它指出人类思想，乃同归而殊途，一致而百虑。

巴黎天文台台长斯克郎恭：

我可以向社会保证，刘子华先生的八卦宇宙论一文确是一篇重要著作。此书研究之困难，必须应用很多方法，煞费苦心，方能得其内容科学与历史宝贵的文献。

李约瑟：

对您的大作我恐怕提不出什么意见，它将是我们的图书馆新增一本最有价值的书，我敢肯定在剑桥大学这是唯一的一本。

6.2.3 六十四卦与遗传密码

最早注意到生物遗传密码与六十四卦对应关系的是德国学者 M. 申伯格 (M. Schönberger)。1973 年，他出版了一本名为《生命的秘密钥匙：宇宙公式易经和遗传密码》^① 的小册

^① *Verborgener Schlüssel zum Leben: Welt-formel I Ching in genetic code* München, Bern Barth, 1973.

子，首次阐明了 64 个生物遗传密码“词”与《易经》卦象之间的对应。自此至今，一些中国人和外国人都还在研究这种对应关系，以图发展出一种更适当的遗传密码表示系统。

生物遗传的物质基础是生物细胞核内染色体上的脱氧核糖核酸（DNA）。DNA 是由两条由许多核苷酸链构成的双螺旋结构。每个核苷酸又是由脱氧核糖、磷酸和碱基构成的。碱基有四种，每个核苷酸只包含其中的一种碱基，因此核苷酸也就有四种。生物体的遗传特征就是由 DNA 分子中特定的核苷酸排列顺序决定的，并通过 DNA 分子的复制把遗传信息一代代地传下去。在子代的发育过程中，记载在 DNA 分子中的核苷酸顺序上的遗传信息，通过转录和翻译过程给子代，使子代表现出与亲代相似的生活特征。所谓转录是根据 DNA 的核苷酸顺序决定信使核糖核酸（mRNA）分子中的核苷酸顺序，mRNA 分子中的核苷酸顺序又决定蛋白质分子中的氨基酸排列顺序。在 mRNA 分子中以一定顺序相连的三个核苷酸来决定一种氨基酸。这种核苷酸三联体称为三联体遗传密码。

四种碱基决定四种核苷酸，因此核苷酸三联体密码可由四种碱基的三排列表示。按组合数学其排列方式为 $4^3 = 64$ 种，恰与《易经》64 卦相合。在遗传学中，四种碱基分别由四个字母代表。以 U 代表碱基尿嘧啶，以 C 代表碱基胞嘧啶，以 A 代表碱基腺嘌呤，以 G 代表碱基鸟嘌呤。因此，氨基酸可由 U、C、A、G 四个字母的三三组合表示。如果将 U、C、A、G 分别与易卦的四象太阴（●●）、少阴（○●）、少阳（●○）、太阳（○○）对应，就可以在三联体密码表和 64 卦系之间建立起对应关系。

四碱基与四象的对应关系，纯数学地考虑有 16 种可能。如果这种对应真有科学根源，那么它必然是唯一确定的。为了唯一地决定对应关系，不同的研究者提出了不同的对应规则。潘雨廷、王贲胜根据键数的奇偶，顾明依据碱基环的单双等等。对应规则不同其结果也不同。图 6.2.3.1 为不同作者给出的对应关系，图 6.2.3.2 ~ 图 6.2.3.4 为三种 16 区密码表。

	太阳	少阳	少阴	太阴
	○○	●○	○●	●●
秦新华	G	A	U	C
萧景霖	G	U	A	C
徐宏达	U	A	C	G
顾 明	C	U	A	G
潘雨廷	C	U	G	A
王贲胜	C	G	A	U
申伯格	A	G	C	U

图 6.2.3.1 四碱基与《易经》四象对应表

UUU	UCU	UAU	UGU
UUC	UCC	UAC	UGC
UUA	UCA	UAA	UGA
UUG	UCG	UAG	UGG
CUU	CCU	CAU	CGU
CUC	CCC	CAC	CGC
CUA	CCA	CAA	CGA
CUG	CCG	CAG	CGG
AUU	ACU	AAU	AGU
AUC	ACC	AAC	AGC
AUA	ACA	AAA	AGA
AUG	ACG	AAG	AGG
GUU	GCU	GAU	GGU
GUC	GCC	GAC	GGC
GUC	GCA	GAA	GGA
GUG	GCG	GAG	GGG

图 6.2.3.2 遗传学通用密码表

UUU	UCU	UGU	UAU
UUC	UCC	UGC	UAC
UUG	UCG	UGG	UAG
UUA	UCA	UGA	UAA
CUU	CCU	CGU	CAU
CUC	CCC	CGC	CAC
CUG	CCG	CGG	CAG
CUA	CCA	CGA	CAA
GUU	GCU	GGU	GAU
GUC	GCC	GGC	GAC
GUG	GCG	GGG	GAG
GUA	GCA	GGA	GAA
AUU	ACU	AGU	AAU
AUC	ACC	AGC	AAC
AUG	ACG	AGG	AAG
AUA	ACA	AGA	AAA

图 6.2.3.3 申伯格密码卦表

UUU	UCU	UAU	UGU
UUC	UCC	UAC	UGC
UUA	UCA	UAA	UGA
UUG	UCG	UAG	UGG
CUU	CCU	CAU	CGU
CUC	CCC	CAC	CGC
CUA	CCA	CAA	CGA
CUG	CCG	CAG	CGG
AUU	ACU	AAU	AGU
AUC	ACC	AAC	AGC
AUA	ACA	AAA	AGA
AUG	ACG	AAG	AGG
GUU	GCU	GAU	GGU
GUC	GCC	GAC	GGC
GUA	GCA	GAA	GGA
GUG	GCG	GAG	GGG

图 6.2.3.4 潘雨廷密码卦表

图 6.2.3.2 给出的是遗传学通用的十六码区密码表，而 6.2.3.3 和图 6.2.3.4 分别是同一形式的两种密码卦。这表明，即使确定了唯一的对应关系，遗传码的 64 卦排列依然是不确定的。下面的图 6.2.3.5~ 图 6.3.2.7 给出的是以三联码形式表示的三种 64 卦 方排图 以示这类研究之一斑。

这三种密码卦的差别可从重卦法分析看出。顾表是上下体皆为坤、艮、坎、巽、震、离、兑、乾排布的结果。王表上体为坤、艮、坎、巽、震、兑、离、乾，而下体则为坤、艮、震、离、坎、巽、兑、乾。萧表不可按重卦法分析。上述五种密码卦的实质差别由它们所确定的一个起始码 (AUG) 卦和三个终止码 (UUA、UAG、UGA) 卦的不同一目了然。图 6.2.3.8 所示的各种密码卦模型之间的巨大差别表明，这类研究尚未达到确定的科学结果。

CCC	CCA	CCU	CCG	CAC	CAA	CAU	CAG
CUC	CUA	CUU	CUG	CGC	CGA	CGU	CGC
ACC	ACA	ACU	ACG	AAC	AAA	AAU	AAG
AUC	AUA	AUU	AUG	AGC	AGA	AGU	AGG
UCC	UCA	UCC	UCG	UAC	UAA	UAU	UAG
UUC	UUA	UUU	UUG	UGC	UGA	UGU	UGG
GCC	GCA	GCU	GCG	GAC	GAA	GAU	GAG
GUC	GUA	GUU	GUG	GGC	GGA	GGU	GGG

图 6.2.3.5 萧景霖遗传码 64 卦图 ①

① 参见萧景霖：《易经与遗传密码》，载《百科知识》，1985年第2期。

GGG	GGU	GGA	GGC	GUG	GUU	GUA	GUC
GAG	GAU	GAA	GAC	GCG	GCU	GCA	GCC
UGG	UGU	UGA	UGC	UUG	UUU	UUA	UUC
UAG	UAU	UAA	UAC	UCG	UCU	UCA	UCC
AGG	AGU	AGA	AGC	AUG	AUU	AUA	AUC
AAG	AAU	AAA	AAC	ACG	ACU	ACA	ACC
CGG	CGU	CGA	CGC	CUG	CUU	CUA	CUC
CAG	CAU	CAA	CAC	CCG	CCU	CCA	CCC

图 6.2.3.6 顾明遗传密码 64 卦图 ①

①见顾明：《周易象数图说》，中国社会科学出版社，1990年。

UUU	UUA	UUG	UUC	UGU	UGA	UGG	UGC
UAU	UAA	UAG	UAC	UCU	UCA	UCG	UCC
AUU	UAA	UAG	UAC	AGU	AGA	AGG	AGC
AAU	AAA	AAG	AAC	ACU	ACA	ACG	ACC
GUU	GUA	GUG	GUC	GGU	GGA	GGG	GGC
GAU	GAA	GAG	GAC	GCU	GCA	GCG	GCC
CUU	CUA	CUG	CUC	CGU	CGA	CGG	CGC
CAU	CAA	CAG	CAC	CCU	CCA	CCG	CCC

图 6.2.3.7 王贲胜遗传密码 64 卦图①

①见王贲胜：《密码卦模型的科学逻辑初探》，载《周易与自然科学研究》，丘亮辉等主编，中州古籍出版社，1992年，第279~293页。

	AUG	UAA	UAG	UGA
申伯格	颐	遁	旅	否
王贲胜	颐	蹇	艮	萃
潘雨廷	萃	师	坎	升
顾 明	震	井	升	坎
萧景霖	无妄	井	巽	大过

图 6.2.3.8 五种密码卦的差别

6.2.4 戚桐欣的中易系统

中易系统 (Chinese Binary System) 是以八卦编系统为基础的中文电脑输入法，为台湾一位船长戚桐欣所创。创造者得到易学会和语文学会的支持和协助。这项设计是以易经 16 爻系统为编码基础的。这套中易系统已在各种刊物和会议上发表，其中包括国际易学会会议。

中易电脑系统以三爻八卦为基础，不用 Nibbles, Bytes, Words... .. 或 Decimal Digits, Hexadecimal Numbers,

ASCII Codes..... 是纯中文系统。三爻八卦代八种基本笔形。

中易系统输入法，把中文工书、行书依书法而归类为八种基本笔形，配以三爻八卦，人脑记忆（1,2,3,4,5,6,7,8），电脑记忆（001,010,011,100,101,110,111,000）两者都与八卦符号对应。3 爻 8 卦可以内缩为 2 爻 4 卦、1 爻 2 卦，或扩展为 4 爻 16 卦、5 爻 32 卦、6 爻 64 卦、7 爻 128 卦、8 爻 256 卦16 爻 65536 卦、24 爻 16777216 卦.....，然后为各种功能、符号、文字安排记忆位址，把独体字、合体字、偏、旁直接化为卦爻，不必经由 ASCII Code 而与电脑的 0 与 1 关系直接相合。

中易系采用三种键盘工作：中文大键盘（Dictionary Type Keyboard）、中文中键盘（ASCII Standard Keyboard）和中文小键盘（Calculator Type Keyboard）。中键盘可以引用英文电脑的一切功能，而小键盘可以单手操作。中易系统开辟了字、词、句、档多途径输出。

中易系统的特点：

- 1) 学习容易，普通人 5 分钟即可学会。
- 2) 用键节省，用中键盘每字只须三键。
- 3) 机内码短，每字只用 16 爻 (16Bits)。

李青霜与刘廷丰合作利用易卦飞伏原理设计的“易卦条码系统”，1985 年推出，后来又在世界资讯会议上公布。

6.3 易科学中的非科学意识

何谓“非科学意识”，没有明确定义，但是它是可理解的。在科学研究中，科学家完全不自觉的自我欺骗的病态、沽名钓誉的投机心理、违背求真的弄虚作假、诉诸偏见和权威的辩护、牵连政治和性格的论争、无知的狂论和竞选式的游说，所有这类违反科学规范的行为，都可以看作是科学中的非科学意识。

科学中的非科学意识是历史的，也是国际的现象。它腐蚀着科学的机体，败坏科学的名誉。具不说更远的历史，本世纪初以来出现的非科学意识，到 1953 年已被敏感的科学家的警觉，提出病科学概念。1960 年代在美国占星术兴起，乃至进入大学课堂和教材，引起科学界的普遍忧虑。1975 年 186 名科学家，其中包括 18 名诺贝尔奖得主，发表《反占星术》宣言。翌年，针对占星术和超感觉主张，召开了一次更大规模的会议。会上成立了一个组织“超感觉主张调查委员会”，并决定出版《怀疑的探索者》杂志。1980 年在美国召开了“科学与伪科学”讨论会，把一切有关超自然现象的描述以及以此为基础的种种学说斥为伪科学。

在科学不发达的中国，科学中的非科学意识，一直未得到认真清洗，甚至受到非科学界的庇护。在 1980 年代易学热中，在易学研究中种种非科学意识也涌现出来。我把它分为三类来讨论：病科学、丑科学和伪科学。

6.3.1 病科学意识

“病科学”(pathological science)这一概念是美国化学家朗缪尔(Irving Langmuir)在1953年的一篇手稿中提出来的。但在1989年才由美国物理学会决定在《今日物理学》上刊出。1991年,中国科学院的理论物理学家庆承瑞出于担心“病科学”在中国蔓延,以评论“冷聚变”为主题的形式,把批评“病科学”的思想介绍到中国。●

庆文介绍朗缪尔的所谓病科学指如下症状:

- 1) 陶醉于信噪比很低的事例(即阈值效应),在没有弄清现象的真正原因的情况下,就认定“原因”并确信其理论。
- 2) 不正确地利用低统计量的事例作结论还自以为创造了奇迹。
- 3) 忘却审查精度的合理性,而沉迷于自己惊人的发现。
- 4) 理论违反已确立无疑的实验事实,而仍旧执迷不悟。
- 5) 对有根据的反面意见或反面事实,不能客观对待,往往拒绝任何批评。
- 6) 病态科学出现之初往是各家结果相互矛盾,支持者和反对者各半。而且,支持者都宣称能重复发明者的结果,

● 庆承瑞:《病科学 冷聚变及其它》,《自然辩证法研究》第7卷(1991),第1期,第47-53页。

而反对者却都不能。

在科学的发展史中不乏病科学的事例。一次病科学现象甚至可以持续一、二十年之久，发表上百篇论文，知名度很高的科学家有时也陷入错误的泥塘之中。陷入病科学之中的科学家，虽然没有任何弄虚作假，由于一厢情愿地热衷于自己的想像，而不能自拔于“自我欺骗”。

在易学研究中，那些不熟悉科学的班门弄斧者不计，科学内行里手陷入病科学之中者也不少见。只要打开近年出版的几本有关易学与科学论文集，任何熟悉科学的人都不难发现，谁陷入自我欺骗之中，在什么样的问题热衷于自己的想像，在多大程度上不能自拔。

我这里仅举一例，我的一位朋友正陷于“外星人传《周易》于周文王”的“假说”中而不能自拔。不妨摘其近年公开发表的两段话：

可以假定在初民时期，具有比当今科学技术水平还高的外星人，曾来到过我国中原地带，正是这些“众神之车”带来了当代二进制、遗传密码、微观世界多面性和非无限可分性，还带来了我们现在还不完全清楚的宇宙全息演化有起点和共构演化信息等，并告诉了周文王。周文王作为一个初民学者，当然不懂得这些科学内容，而是把其形式以卦爻的推理关系记录下来，从伏羲八卦演绎出 64 卦 384 爻，使夏和商易的纯占卜之象数术，叠加了隐含现代科学内容的爻理内涵。因而，《易经》可能就是这样一部记录外星人来我们地球所遗留下来的

科学内容的形式推理。

于光远给安阳会的书面发言稿中有一段关于外星人的话，婉转地批评了所谓外星人传《周易》的假说。我的这位朋友，在后来的名为“周易与现代化”的安阳会议，又作出如下辩护：

笔者对此作了另一种解释，提出了下列猜想，认为《易经》很可能是一部记录外星人，来过地球所遗留下的科学内容的形式推理书。很可能上古来过地球的外星人，要比人类现在的科学技术还发达，使留在地球上的遗迹可能反映比我们现在更先进的科学内容，对我们现在进行的科学探索具有很大的启发性，使东方神秘主义成为现代物理学关注的焦点。

说也奇怪，“球外文明”探索早已列入科学前沿，受到学院派学者的承认和支持；而有关球外文明，即外星人来过地球，并存在着众多遗迹的“猜想”却受到所谓“严肃”科学家的否定，甚至被认为是无稽之谈。这跳不出“怪圈”的自我矛盾，是很难令人信服的。

当他第一次告诉我他的这个“假说”时，我问他有何据。他回答说：没有什么证据，也不需证据，这样说有利于发展安阳旅游事业。他的这个“辩护”表明，他已经弄假成真了，

真的陶醉于“外星人传《周易》”的假说之中了。

6.3.2 丑科学意识

“丑科学”(ugly science)未见有定义性的陈述。从我前面有关非科学意识的一段描述中选几个词用作为丑科学画像也许是可取的。因为科学之丑与美,犹如说它病与健康一样,只是一种形象化的比喻。何况在美学上都难界定丑与美。但每个人对任何具体事物的美感无疑是具体的。在我看来,如果一件科学作品伴随有其制作者的无知狂论、游说叫卖、诉诸偏见和权威的辩护、沽名钓誉的投机心理,可以视为丑科学的特征。

周细桂对韩永贤的《〈周易 探源〉提出严厉的批评。此书不仅内容简介无知地认为河图、洛书是《易经》主体,并宣称“一举揭开中华文明亘古奥秘”,说什么读者可以从“看到它的庐山真面目”。作者自诩的所谓“发现”是什么呢?他断言河图和洛书分别是甲骨世前氏族游牧时期的气候图和方位图。且不说这种臆说之病稚,值得深思的是书中所列的各种各样的吹捧。《人民日报》、《光明日报》、《文汇报》、《大公报》等关于韩永贤取得“重大发现”的报导剪影五光十色。著名英国汉学家李约瑟博士接到赠书后所写的一封礼节信函,也附在书中作为抬高身价的法码。

此书作者曾带着他的这本书的手稿找到我征求意见,我的否定看来不合口味,所以不得不再寻觅吹捧者。吹捧和出版社追求利润使之成了“易学家”了。在 1991 年安阳‘周易与

现代化国际学术讨论会”上又发表了《太极体量子力学》，并且在由段长山主编的《周易》现代化文集上刊出。顺便说一下，我曾经出席过 1990 年安阳会，是在别人劝说下参加的。既然名为“周易与现代自然科学国际学术讨论会”它应该是一个严肃的科学会议。实际很令人失望。自 1989 年以来，每年都开一次，每次都出论文集一本。一本又一本的科学论文集中，竟不乏病科学、丑科学和伪科学的作品。作为一个中国古代文化发源地之一的安阳，为了旅游之利竟为科学假冒品的推销者提供方便。每次这样的会上，安阳市大小政府官员不少人出头露面。不知他们是否意识到他们的责任。

现在我们介绍周桂细对韩永贤的丑科学意识所给予的批评。他的批评文章发表《周易研究》1991 年第 4 期上。批评者首先把韩永贤的书的第 1 页的内容展示给读者：

《周易·系辞下》：“古者包羲氏之王天下也，仰则观乎天，俯则观法于地，

〔语译〕上古伏羲氏依靠一系列的发明，成为古代专家，由于威信高，成为部落首领，经常仰首观察天，他据太阳的运行，认识到天是圆的；经常低头观察地，他依据视地平线是直的，推测地是方的……

〔结论〕古文简略，只记录了他仰头看天，低头看地，是人皆然，又有什么可写的呢？从而可知，他的观察，得到了非一般的结论，即天是圆的，地是方的，所以说，天圆地方之说的创立者是

中华民族的老祖先伏羲氏。

周桂细接说“这段文字的推断，其大胆令人吃惊”，然后列举各种文献有关“天圆地方”说的记载，予以驳斥。然后又讲了韩书怎样把天圆地方说作为《周易》的基本学说，推演出一系列结论，“回答”一系列历史悬案，推出河图是古气候图、洛书是判定方位的罗盘，再进一步推出天地相交学说与地震学说。对这些作了批驳后，周桂细写道：

买商品只看广告，轻信广告，总要受骗的。买书也一样，只看广告，也难免上当。因为，在市场上，喊的最响的，往往是要把劣质产品推销出去。不善于分析的顾客把劣质商品当优质商品买回去，是常见的事。同样道理，对精神产品不善于分析，甚至有些大报大刊也帮助推销，读者将会把胡说八道的文化垃圾当作中华民族的优秀传统加以宏扬，其结果是可想而知的。

6.3.3 伪科学意识

“伪科学”之词已不乏见，但很少有人对之下定义。江晓原在一篇评论柯云路《大气功师》的文章中给出了一种描述：

“伪科学”(pseudo-science)一词，通常指那些

与现代科学无法相容同时又自称是“科学”的学说。本来这只是一个中性词，无褒贬之意。类似的，还可以找到不少冠以 *pseudo* 前缀的词，如“拟古主义”(*pseudo-classism*)、“笔名”(*pseudonym*)。然而 *pseudo* 终有“假”、“伪”之意，一着此字，境界就坏，这在人们通常的思维中确实如此。因而，当人体特异功能、命相、风水、飞碟之谜等古今中外奇异学说的倡导者们大声疾呼，要求获得进入科学殿堂的“入场卷”时，他们就自动使这些学说符合了“伪科学”的定义。由此而在理论上招致严肃的、还不大习惯于多元化概念的科学家们口诛笔伐，也就不可避免了。①

他的评论是很宽容的。他说，如果这些学说的倡导者放弃争取“入场卷”的努力就可以在理论上免戴伪科学这顶帽子。他建议把这类学说视为科学的“补集”，而不是作为它们的“子集”，可以称之为“科学外理论”。他着重指出，柯云路有用“气功”统一“科学外理论”的“公理化”倾向。但他认为作为其基本机制的“超时空”概念，实在无法与现今科学理论相容。他不否认，《大气功师》运用了数学“存在性证明”方法的科学意识，但作为这种证明方法基础的“存在”之真实性他是怀疑的。他指出，柯云路用“符号物理学”对种种超自然现象所作的牵强附会的解释，在科学内行人看来未免是班门弄

①江晓原：《“科学外理论”争取生存空间——〈大气功师〉读后》，《中国出版》，1991年第1/2期，第85-87页。

斧。

现在我们从江晓原关于伪科学的一般讨论回到易学中的伪科学问题。同江晓原的学者式的宽容讨论相比，于光远的激烈抨击则表现出一种科学“守门人”的高度责任感：

当前我国《周易》研究中有一种置科学态度于不顾或假借科学之名宣扬反科学之实现象。这种现象看来不但明目张胆而且劲头不小，颇有继续蔓延之势。作为一个科学工作者，我不但骨鲠在喉想一吐为快，而且作为会议组织者之一的那个团体的负责人，我更不能不表示本人的态度。我讲了，我的灵魂就得救了。①

这是于光远为中国自然辩证法研究会等单位主办的“《易经》与现代自然科学国际讨论会”所写的书面发言稿中的一段话。他在书面发言稿中声明，作为一位中国的哲学家，他高度评价《周易》这部中国古典，也赞成从新的角度对《周易》进行深入研究。但他认为，充斥市场的大部分有关《周易》的著作质量很差，还有些伪科学作品：

我在书摊上看到了一本《周易预测学》。《周易》与占卜的关系是尽人皆知的，但是占卜与科学

① 于光远：《坚持科学态度——对当前《周易》研究的一个恳切的希望》，丘亮辉等主编，《周易与自然科学研究》，中州古籍出版社，1992年，第111页。

的预测却是风马牛不相及的，当然迷信本身以及作为迷信的形式之一的占卜，由于也是一种认识现象和社会现象，它们可以作为认识科学和社会科学研究的对象。迷信和占卜成为科学研究的对象这件事，丝毫不意味着它本身是科学的。把迷信、占卜说成是科学的“科学”是“伪科学”。

结 语

易科学可能吗？

对于《周易》这部古典，历来仁者见仁，智者见智。犹如观看一场精采的杂技表演，一般观众为演员的惊险动作喝彩，而力学家欣赏的则是演员掌握各种力学原理的能力。巫师方士把《周易》作为迷信的占筮工具，哲学家则潜心探求其哲学奥义，历史学家要从中了解产生它的那个时代的社会，科学家致力于发现其中的科学含义。所以，梁启超称《周易》为“数理哲学”，而莱布尼茨则称它为“最古老的科学”。本书的讨论只选择了科学与易学互动的视角，而且侧重于易学对科学的影响。

对于《周易》对中国传统文化和思想的巨大影响几乎是没有什么分歧的。但是关于它在中国科学发展史上的地位至今还未取得共识。汉代扬雄和宋代邵雍改造《周易》六十四卦所

发展的符号体系，长期被传统易学家斥为“非易”。唐代天文历法家僧一行和宋代数学家秦九韶分别把《周易》和历法、数学联系起来，科学史界多视其为“故弄玄虚”，将科学“神秘化”。但是，仍然有少数科学家不断尝试着探索《周易》的现代性，并试图从中获取启迪以发展新科学。这是可能的吗？作为本书的结语，通过易学的科学性、易学的现代性以及易学的科学再造的分析，对此给出一个尝试性的回答。

易学的科学性

对于我们的论证，把《易传》和它以后的易学区别对待是必要的。因为前者只具有前科学性，而后者中的一部分则具有常规的科学性。

1983年9月，在中国第三次科学哲学讨论会上，我曾从发生学的角度提出科学发展的四个阶段：潜科学阶段(subscientific stage)、前科学阶段(prescientific stage)、常规科学阶段(normoscientific stage)和后科学阶段(postscientific stage)。邱仁宗对此有一个报道^①。潜科学是没有理论形态和经验基础的科学形态。前科学是科学的形而上学形态，它具有某种理论形态，构成一定的公理集。常规科学是在某种程度上比较完备的理论系统，并能被经验检验。后科学是对科学本身的哲学反思。不仅科学作为整体有这四个发展阶

①“On the therd conference on phylosophy of science in China”, *Ratio*, vol.26, No.2, P.199~230(1984)

段，而且每一门科学、每一个科学理论的发展都重演这个完整的过程。

《周易》无疑具备理论形态，它是概念和符号紧密结合的、合乎逻辑的理论系统。由阴爻（--）和阳爻（—）两个符号排列组合成的八卦和六十四卦，是世界上最古老的符号系统。这种符号系统与以阴阳概念为纲纪的范畴体系结合而成的理论结构，是《周易》前科学性的基础。在本书 4.1 节“《周易》的科学性”一节中 我们论证了《周易》的范畴体系为中国传统科学提供了宇宙秩序原理、方法论原则和科学观。

如果说《周易》的总体水平在前科学阶段，那么其后不断发展的易学的某些部分则具有常规的科学性。但不是经验科学，而是数学性的科学。历代易学家发展的易卦符号系统和河图洛书的研究，提供了原始的组合数学，而精巧的筮法设计不仅包含有几率概念的运用而且蕴涵同余数学结构。在《易图的数学结构》那本小册子里我曾对其符号系统进行数学分析，揭示出它所蕴藏的几何的、代数的、群论的、数论的诸种数学结构。

当然，不能说有数学结构的东西本身就是这种结构的数学。正如某种自然物有数学结构，我们不能说它是数学。但是也要看到人工物和自然物之不同，任何人工物都是经过人的手和脑加工的产物，任何人工产物的数学结构都凝结着人的思维的成果。《周易》这个古人思维的精巧产物所潜藏的数学结构，可以看作是科学的一种形态。

在作为易学科学史的本书中，通过历史的考察充分揭示了易学的科学性。易卦符号系统实际上是原始的组合数学，

越来越多的科学史家将其载入史册，几乎近于达到共识。在本书中所归纳的《易传》的“科学思想”没有超出“前科学”的水平。但是，它确实对中国传统科学的发展产生过不可忽视的影响。而且，这类科学性也是易学具有现代性的根据。

把《周易》视为与科学完全无关，或者把它说成万学之源，都过于偏颇。人们今天已经习惯于从陶器、指南车、编钟、赵州桥等出色的技术发明中了解古人在实践中掌握科学原理的情况，为什么不可以从各种图形、数字游戏去了解古人在思维实践中掌握科学原理的情况呢？相对于技术发明这种“实践技术”，我们可以把周易学的思维模式叫做“思维技术”。我们应当象研究古代人的实践技术一样，把古代思维技术作为科学史的研究对象。正象实践技术作为科学发展的前科学形态，思维技术也是科学发展的一种前科学形态。我们所讨论的易学的科学性，大部分属这种前科学意义上的科学性。

历来哲学同自然科学存在着密切关系。在古代，人类只有一门总括的知识，就是哲学。就欧洲而论，到亚里士多德时代，哲学才开始分化，出现了自然学（关于自然的知识）、伦理学（关于社会的知识）和逻辑学（关于思维的知识）三个主要分支。自然学进一步发展，又分化出分门别类研究自然各个领域的分科之学，于是以数学方法和实验方法相结合的严密的经验自然科学在近代诞生了。随着近代科学诞生，自然学中把自然界作为整体来研究的思维模式延续下来，而成为同自然科学相脱离的“自然哲学”。自然科学的发展，一方面促成哲学产生反思辨形而上学的倾向，另一方面也使得自然科学内部产生了认识论的变革，从而冲破了哲学

同自然科学分离的思想，开拓了两者结合的新道路。这大约发生在 19 世纪后半叶。所以，从自然科学发生和发展的历史看，自然学（古代哲学的一部分）就是前科学。同自然科学密切结合的现代科学哲学，除了保留自然学的前科学性和整体性，还有后科学性。

易学的现代性

为了我们的论证，把科学区分为古代的、近代的和现代的，也是必要的。易学与现代科学的关系不同于它与古代科学的关系，也不同于它与近代科学的关系。易学与中国传统科学的关系是处在同一文化整体中的两个部分之间的关系。而且，由于传统学术中的天人一体观和理性与价值合一的取向，两者的关系密切得如水乳交融，当然也有油水共存的情况。易学与近代科学之间，在东西方文化接触之后，有了某些关系。莱布尼茨以其二进制数学的观点研究邵雍易卦符号系统，发现两者之间的某些一致性。而中国的易学一科学家，如方以智、江永、焦循等，曾以《易传》的“会通”思想为指导，企图沟通中西，但未获成功。20 世纪以来，以近代科学的观点考察易学底蕴，也只是发现易学与近代科学有许多相通之处。易学与近代科学没有发生过有历史意义的整体性关系。近代科学与现代科学区分的必要性，根源于科学内部产生的新自然观和新科学观。一些科学家自认为他们的新观念的发展方向与东方古典哲学基本上是一致的。可以说

现代科学重新发现了易学。有如近代科学重新发现古希腊哲学在中世纪长期被忽视的某些重要内容。

人类思想发展的这种向古代思想的某种归复，是事物和思想发展螺旋上升规律的表现。恩格斯在《自然辩证法》中曾经提示对古代思想应该重视：

如果说，在细节上形而上学比希腊人要正确些，那么，总的来说希腊人比形而上学要正确些。这就是我们在哲学中以及在其他许多领域中常常不得不回到这个小民族的成就方面来的原因之一，他们的无所不包的才能与活动，给他们保证了在人类发展史上为其他任何民族所不能企求的地位。而另外一个原则是：在希腊哲学的多种多样的形式中，差不多可以找到以后各种观点的胚胎、萌芽。因此，如果理论自然科学想要追溯自己今天的一般原理发生和发展的历史，它也不得不回到希腊人那里去。而这种见解愈来愈为自己开拓道路。有些自然科学家一方面把希腊哲学的残渣，例如原子论，当作永恒真理，另一方面却以培根式的傲慢去看希腊人，理由是他们没有经验自然科学，这样的自然科学家是愈来愈少了。现在唯一希望的是这种见解逐步前进，达到对希腊哲学的真正认识。●

恩格斯的这段话是对希腊古典哲学与近代科学关系的一

① 恩格斯：《自然辩证法》 人民出版社 1971 年版，第 30～31 页。

个正确的历史评价。然而，一百多年后的今天，当科学家感到近代以来的力学自然观的束缚时，在古希腊人的遗惠中没能找到启示，一些学者就把目光转向了中国古典哲学。实际上，不少人已经借助现代科学的新观念重新发现了中国古典哲学。例如，量子力学哥本哈根学派的尊师玻尔（1885~1962）认为，他一生反复阐述的量子力学中的并协观念在中国也有它的先河。他亲自设计的自己家族的族徽，以太极图作为图案的核心象征“并协”。又如，当代美国高能物理学家卡普拉，1975年出版了一本书，叫作《物理学之道》，把现代物理学和东方哲学思想作了对比，发现两者在基本方向上的一致。大概是仿效玻尔，他以《易经》的复卦符号为标志，表达他关于当代世界正处于一个根本转折时期的思想观念。

这种情况的出现，完全是由于处在科学发展现阶段的科学家们寻找世界观启发的努力，而不是由于什么一时的感情冲动。人所共知，现代物理学的发展导致了宇宙观的深刻的变化。古典物理学的力学自然观对于描述我们在日常生活中所碰到的现象，对于处理日常环境有关的物理现象是适用的。在20世纪，关于原子和亚原子世界的探究已经表明，我们的许多基本观念要改变，如物质、时间、空间和因果关系等概念在亚原子领域是完全不同于古典物理学中的思想的。这些概念是非常基本的，以致随着它的根本变化，我们的整个世界观都得改变。卡普拉认为，过去数十年间现代物理学引起的这些变化已经被物理学家们所讨论，虽然不很充分，但好象已一致走向了一个类似东方的世界观：宇宙的全部现象是一个不可分离的和谐的整体。与卡普拉差不多同

时，美国的 R·A·尤里达 1975 年在《美国物理学杂志》（第 43 卷第 2 期）上发表的《中国古代的物理学和自然观》中也说：

中国自然哲学和中国科学求索千年的主旨在于把有机的统一性、自发性、有序性、和谐相关性作一完整的理解。现代物理学家的研究方向同中国古代思想家们的某些思想如此相近，表明中国古典哲学中包含着今日科学思想中的许多萌芽。因此，中国古典哲学是否可以为现代自然科学的发展提供有益的哲学启示，就成为值得重视的研究课题。

易学的科学再造

以上所述的易学的现代性，只说到它与当代科学的新观念在方向上的一致性。万万不可误认为这些科学的新观念产生自易学，不可再犯误传莱布尼茨借助易图的启发发明二进制数学的错误。但是，这种方向的大体一致毕竟表明易学前科学性的现实意义。它也表明作为前科学的某些思想并非一定随着自然科学的发展都失去其科学的意义，而成为一种历史的陈迹。人类知识的奇妙性在于“温故而知新”。伟大的科学家爱因斯坦（1879~1955）曾经说过一段话，对于我们所讨论的问题很有启发：

事物的这种真理必须一次又一次地为强有力的性格的人物重新加以刻勒，而且总是使之适应于雕像家为之工作的那个时代的需要；如果这种真理不总是不断地重新创造出来，它就会完全被我们遗忘掉。^①

回想一下古希腊原子论引入近代科学之后给科学带来的巨大推动力，我们将会深刻理解爱因斯坦这段话对我们的论题的意义。古希腊学者德谟克利特（460~370BC）和卢克莱修（99~55BC）发展起来的原子论，经中世纪的冷落之后，在 17 世纪由于哲学家伽桑狄（1592~1655）的提倡而在近代科学中复活。但是，起初科学家们沿用了古原子论的单质原子概念，以致一百多年没有取得本质的进展。到了 19 世纪初，道尔顿（1766~1844）根据实验事实把原子概念从单质原子改造为元素原子，才确立了原子论的科学地位，成为科学的物质概念的基础，在此基础上发展出现代原子科学。量子力学创建人之一，海森伯（1901~1976）在谈量子论和原子科学的渊源时曾说过这样一段话：

古代哲学的若干陈述还是颇接近于现代科学的那些陈述。这只是表明，将我们未曾做过实验就具有的关于自然的日常经验，同在这种经验中寻求某种逻辑秩序以便根据普遍原理来理解这种经验的不

● 《爱因斯坦文集》第 1 卷，商务印书馆 1976 年版，第 84 页。

懈努力相结合，人们能到达怎样的境地。❶

在现代自然科学发展趋向似乎在某种程度上要求回到中国古代人的自然观的情况下，为了促进自然科学的发展，我们面临着一个“重新创造”真理的任务。重新创造真理需要严肃的科学态度，绝不是把古典著作中的某些概念和现代自然科学术语作简单的比附所能做得到的。尽管许多人付出了不少心力，易科学至今尚无一例成功。我自己也做过一些尝试性的努力。我曾试图运用易学符号系统整理核素经验资料，但没能获得任何科学意义的成果。在 1990 年安阳《周易》会议上，我曾提出一篇名为“易图的变维空间结构”的论文。这篇文章不是讲述易学与现代科学的一种“古今相通”，而是想借助邵雍的易卦系统建构用于描述物理经验的，科学中尚没有的“变维空间”。在我主编的《物理时空新探》（1991 年）一书中，我的论文“变维空间概念及其意义”又对此进行了历史的阐述。但至今也还没能得到数学严谨的科学成果。

我希望《易学科学史纲》这本小册子，能够为有意在“易学的科学再造”方向付出心力的朋友，提供一些历史线索和可借鉴的东西。

❶ 海森伯：《物理学和哲学》，商务印书馆 1981 年版，第 37 页。

SUMMARY

The book, *A Brief History of the Yi-jing Learning Science*, is not strictly the history of science, because yijing learning is not science. However, it is fact that the ancients either explain the yijing learning with science or lead the yijing learning into science, but some among contemporary scholars develop new science by yijing learning with great interest. In many works science and mysticism are intermingled, and modernity and modernization of the yijing learning become much disputed question. So it is greatly important to expound the real relationships between the yijing learning and science in history. The main aim of the book is to reveal the true colours of the history.

My discussion of the history for the yijing learning science falls two parts. The first part narrates the historical facts in the west of history which includes three chapters reflected theory of symbols, ideal

number, and theory of music and calendar. The second part explains the impacts on the development of science in the warp of history which consists of three chapters discussing positive role of the yijing learning in the formation and development of science in China, and difficulty of modern yijing learning science.

This book is for general reader. However, I hope that it will also be of interest to professionals in the various fields I have discussed. The induction tells the general idea of the book.

Context for History of Yijing Learning Science

The *Yijing* (*I Ching* or *Book of Changes*) is one of the Chinese classics. It contains an integrated theoretical system composed symbols and their explanations. Its exact date of origin, as well as the identities of its authors, have been obscured by history. But it appeared during time between the Shang and Zhou dynasty at about 11th century B.C. at the latest.

The *Yijing* developed into the *Zhouyi* by the Taoist School, the Confucianists, and many others in

the Spring-autumn and Warring-states period (770 ~ 221B.C.). *Zhouyi* included two main sections: *Yijing* and *Yizhuan* as its annotations. *Zhouyi* was classified first among the five classics. So the studies for *Zhouyi* formed a specialized branch called the “yijing learning”. And from Han dynasty to Qing dynasty, the yijing learning was divided into two schools (number-pattern , reason-meaning) and the nine factions (practise divination, calamity-luck, divination combined with mystical Confucianist belief, Confucianist, historical incident, art of medicine, alchemy, teritrorry-prospecting, astrology).

From 17th century on, owing to the works of Fang Yizhi(1611~ 1671), Li Guangdi(1642~ 1718), Gottfried Wilhelm Leibnitz(1646~ 1716), Joachim Bouvet(1656~ 1730), Jiang Yong(1681~ 1762), Jiao Xun(1763~ 1870) a new school ----the yijing learning science school appeared.

In the 1980s, the yijing learnig heat was rising. The international conference of the yijing learning convened every year. The special organs are instituted, such as Chinese Yi-Jing Society, American Society of I Ching, Research Center of Zhou Yi, etc.. The tens books and the hundreds papers for the yijing learning are published, special periodical of the yijing learning also appeared, such as *Chinese*

Yi-Jing Learning Monthly and Studies of Zhou Yi.

The yijing learning contains two aspects: the scientific thuth and the mystical things. In recent years, many persons are interested in the yijing learning in the scientific and technological circle. These persons follow with interest to reveal the scientific aspects of the yijing learning from the knowledge developed in the last 400 years and emphasize the possible applications of the aspects to varous field of modern science.

In the yijing learning heat, concept of the “yijing learning science” was claimed by many persons in paticular. The “yijing learning science heat” showed following two features: (1) “to understand the yijing learning with the aid of modern sciences” , (2) “to develop new sciences with the aid of the yijing learning”.

Many mystical things there are in the yijing learning. In the past more than two thousants years, the most of more than thousants workings for the yijing learning were annotations to divination. Some books of fate-calculation handed down. Such as the *Meihua Yishu*, the *Taiyi*, the *Liuren*, the *Qimen Dunjia*, the *Ziping Mingxue*, and so on and so forth. The art of number for the yijing learning was used in these books.

The *Zhouyi* divination is called the “science of forecasting” in the “yijing learning science heat”. The *Zhouyi* divination is used in forecasting of anomalous climate, of earthquakes, of inundation of road accident and so on. The books called the *Zhouyi Forecastology* are published too. In fact the divination there is no sense of scientific forecasting. Because the analysis to phenomena is used instead of analysis to tool in the methods of divination. The scientific value of methods for divination is only in policy-making if there are. The so-called “zhouyi forecastology” in the garb of modern science is merely pseudoscience as ancient books of fate-calculation. The authors of these books have gone astray.

Ta-You Wu, president of Academia Sinica, exhorted scholars to heighten their vigilance for the “heat”. Yu Guangyan, vice-president of Chinese Academy of Social Science, regard to go too far “heat” as cultural retrogression. But these well founded criticisms can not stop the “heat”.

The “yijing learning science heat” in China has its historical and practical source of thought. The worship of the ancients and the pan-scientism are historical source. But the requirement to modern science and technology is a practical source. It is the cause of occurrent cultural retrogression that spirit

of modern science has can not take root among Chinese.

Impact of the Yijing Learning on Ancient Science in China

The *Yijing* was originally a book of divination texts. The *Yizhuan* interpreted it as a philosophy on nature and society.

The yijing learning contains an integrated theoretical system that composed of the four key elements: pattern, number, reason, and divination. Such a system of philosophy was used in explanation for order of nature and society.

In antiquity, the scientific compositions of the yijing learning made important contributions to development of ancient science in China. It provided a picture of a cosmos in change, it originated a number-pattern methodology for exploring nature, and it also provided a format system for the expression of natural knowledge.

The framework of the yijing learning philosophy involves three basic physical principles of universe: genesis principle, cycle principle, and induc-

tion principle. The genesis theory regards all changes as process of “generatio et corruptio”. The cycle theory regards all process as continuous cyclical fluctuation. The induction theory emphasizes “correlative thinking” that all things are in interaction.

Those principles are based on concepts for yin and yang. The yin / yang are two archetypal poles underlying rhythm of the universe. Nothing is only yin or only yang. All natural phenomena are manifestations of a continuous oscillation between the two poles, all transitions taking place gradually and in unbroken progression. The natural order is one of dynamic balance between yin and yang. Reality was called Tao, as a process of continual flow and change. All phenomena we observe participate in this cosmic process and are consequently intrinsically dynamic. The principal characteristic of the Tao is the cyclical nature of its ceaseless motion; all developments in nature show cyclical patterns. The cyclical patterns there are a definite structure by introducing the polar opposites yin and yang. The Tao is highest category. The *Yizhuan* wrote: the unity of the yin and yang called Tao. The Tao manifests “qi”. The qi is also a theoretical concept, an evolved and rational concept as yin / yang, but is not a substance, nor does it the purely quantitative meaning of our

scientific concept of energy. Qi does not refer to the flow of any particular substance but rather seems to represent the principle of flow as such, which is always cyclical. The principal form of the cycle is “wuxing” (five evolutive phases).

The main scientific methods proved in the *yizhuan* are number-pattern methods. They made be fall roughly into three categories: “leizu bianwu” (to distinguish things by family of type), “jishu dingxiang” (to define patterns on the basis of law of numbers), and “guanxiang zhiqi” (to made implements by patterns). The first method was developed afterwards as “quxiang bilei” (analogy by patterns) in *Huangdi Nei Jing*, and it was applied widespreadly in studies of mathematics. The second method lead many mathematical models of universe. The third method helped development of cartography.

The format system of the yijing learning is the combination yi / yang system with wuxing system.

The yin is indicated by broken line (--) and Yang by unbroken line (—), and they is caled “Yao”. The Yao’s combinates called “Gua” (set of lines) wich form the systems of symbols. The main systems are Eight Gua System (8-Trigram) and Sixty-Four Gua System (64-Hexagram). Southern Song dynasty Shao Yong (1011 ~ 1077) developed it a evolving sys-

tem from Tai(Absolute),Two Poles(yin and yang), Four Phases(4-duadgram),Eight Gua(8-Trigram), Sixteen Gua(16-Tetragram),Thirty-Two Gua(32-Pentagram),Sixty-Four Gua(64-Hexagram),and so on.

In addition to yin / yang system,wuxing system was used to describe the great patterned order of the cosmos.Five phases of wuxing are indicated separately by “jin”(metals),“mu”(trees),“shui”(water),“huo”(fire), “tu”(soil),and forms a close cycle.When wuxing theory was fused with the yin / yang cycles,the result was an elaborate system in which every aspect of universe was described as well-defined part of dynamical patterned whole.

The framework of to organize experiential knowledge in the yijing learning exerted profound historical impact on ancient science in China.The achievements in acoustics,optics,magnetics benefited considerably from it.In the mathematical field, Qin Jiushao(1202 / 1209~ 1261)'s work must be best appreciated if one examines published studies on the effect of the yijing learning on the development of science in Chinese civilization. He discovered congruent structure of the *Zhouyi* divination,and invented “Dayanqiuyishu”(the Chinese traditional method for solving congruence of the first degree) on the basis of

analysis for “Shangyuan Jinian”(number of the years since the superior epoch) in calendar. It is not to be ignored that many Chinese scientific terms today, such as astronomy, geography, geology, plants, animals, mathematics, physics etc appeared in yijing learning first.

In the world of today, its these functions are lost to modern science, but holism of the yijing learning, value and rational combine into one, perhaps can give us some new hopes of postmodern.

Modernity and Modernization of The Yijing Learning

The modernity and modernization of the yijing learning is most important question discussed in the book. Modernity, its beginnings and constitution, is a much disputed term in West. Modernity, as I shall use the term, refers traditional culture and future of science.

Joseph Needham(1900~) have not regard traditional science in China as a failing archetype, and his hope to Chinese science is placed on future. In

1944,he wrote:

I would like to make the following provocative proposition.If the climatic and the geographic and the social and economic factors had been in China what they were in the West,and we in the West had had the same conditions as you have had in China,modern science would have originated in China and not in the West.And westerners would have had to learn the ideographic language in to enter fully into the inheritance of modern science,just as Chines scientists have to learn western languages today.^①

When discuss Needham's view,Sal P.Restivo speaked imaginatively:It is asked brobablly by historian for science in future that why the new science developmented from 21th center appeared in China,but not in the Uniteted States of American or others?^②

① Joseph Needham and Dorothy Needham, "Science and Agriculture in China", *Science Outpost*, p.252~258, London: The pilot Press Ltd., 1948.

② Sal P. Restivo, "Joseph Needham and Comparative Sociology of Chinese and Modern Science", *Research in Sociology of knoledge, Science and Art*, vol.2, p.25~51, 1979.

It shows the modernity of the yijing learning that many concepts of the yijing learning not only can be understood by modern science, but may yet lead to some new knowledges.

The algebraic and geometric analyses for the symbols system in the yijing learning was given in the book, and its a new interpretation, variable dimension structure of space for the symbols system, is also developed.

If X and Y indicate separately the Yang Yao and Yin Yao, natural number n indicates the number of the Yao in evolving Gua systems, then Shao Yong's evolving order of the Gua systems can be expressed by

$$(a + b)^n = \sum_{k=0}^n C_k^n X^k Y^{n-k}$$

the formula is the binomial theorem in algebra, but there incommutable relation between X and Y is required. Then Shao Yong's the evolving system of symbols for the yijing corresponds separately to $n=0,1,2,3,4,5,6,\dots$

If every the Gua composed of n Yao is regarded a group of numbers

$u = (u_1, u_2, u_3, u_4, u_5, u_6, \dots)$ then a Gua indicated by n corresponds to the n-dimensional space, the

zero, one, two, three, four, five, six, dimension space is separately homologous to $n = 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, \dots$

It is easy that to understand the variable dimension space from the geometric structure of symbols in the yijing learning. To add successively a Yao into Gua corresponds to increasing a dimension of space. So the space can increase continually dimension from zero to infinite. If evolving order is regarded as abstraction of progress of nature, then the direction of the development from simplicity to complexity also can indicate the arrowhead of time. The time is evolutionary and branchlike.

In view of above, we also can deduce two astonishing characteristics of the space-time view in the yijing learning. First, space engenders from nothing. Second, time embodies the changing dimension of space. The characteristics, the engendering and variable dimension of space as well as the deriving and branching of time, though it is not easily understood by the normal experiences, but they are present in modern science.

The another example reflected modernity of the yijing learning is the fractal nature of number pattern in the yijing learning. Fractals are scaled patterns within patterns. Their recent discovery has focused the attention of mathematicians on the potential inherent

in the visual representation of mathematical concepts. The translation of number patterns into visual patterns was a highly developed art in many cultures of antiquity. There are indications that the resulting stylized designs were not just decoration or ornamental but were in fact a pattern-language that recorded the essential knowledge and beliefs of that culture. There are several ancient methods for reducing number patterns to extreme levels of simplicity. These methods are essentially Remaindering Techniques. Remaindered number patterns reveal innate structural patterns not otherwise visible. The individual number in patterns that have been remaindered form distinctly new pattern relationships of an archetypal nature. Observation of this phenomenon may have influenced the identification of numbers with supra-anthropomorphic symbolism and may have developed thought of traditional cultures like that of the ancient Chinese.

The fractal nature of the reduced numbers allow new and very complex number patterns to be evolved that still retain within them the initial fractal or "seed" pattern. The numbers can not be color coded so that as the number patterns evolve, the visual patterns also grow in complexity and intricacy. The visual patterns in their turn reveal new information

about the nature of the numbers that could not have been anticipated until their translation into a graphic form. There is set in motion a continuing exchange of information between the numbers and the images at each new level of complexity.

Today we find our society as a whole in a state of profound, world-wide crisis. It is a complex, multidimensional crisis whose facets touch every aspect of our lives. It is a crisis of intellectual, moral, and spiritual dimensions; a crisis of a scale and urgency unprecedented in recorded human history. Fritjof Capra wrote at the end of his *The Tao of Physics*:

I believe that the world-view implied by modern physics is inconsistent with our present society, which does not reflect the harmonious interrelatedness we observe in nature. To achieve such a state of dynamic balance, a radically different social and economic structure will be needed: a cultural revolution in the true sense of the word. The survival of our whole civilization may depend on whether we can bring about such a change.

Capra established a relation between modern systems and ancient Chinese thought. The Chinese sages

seem to have recognized the basic polarity that is characteristic of living systems. Self-assertion is achieved by displaying yang behavior; by being demanding, aggressive, competitive, expanding, and—as far as human behavior is concerned—by using responsive, cooperative, intuitive, and aware of one's environment. Both yin and yang, integrative and self-assertive tendencies, are necessary for harmonious social and ecological relationships.

Capra uses the yin / yang terminology in an analysis of culture imbalance that adopts a broad ecological view, a view that could also be called a systems view, in the sense of general systems theory. Living organisms, societies, and ecosystems are all systems. It is fascinating to see that the ancient Chinese idea of yin and yang is related to an essential property of nature systems that has only recently been studied in Western science.

If we define culture as that set of symbols and institutions which found a community, and between tradition as the transmission within and between generations of symbols, interpretations, and institutions then we have no difficulty speaking of technological culture as the newly emerging form of world culture. The positive side of this is that for the first time we not only can but must speak in terms of

a unified human history, both globally and generationally. The fact that our survival now depends upon our ability to think in this new way may be the foundation for entirely new possibilities in the future. We now have common questions which are not reducible to parochial concerns.

简 介

本书系统地阐述了历史上易学与科学的相互关系。以史实和思想相经纬，编织历史画卷。全书由导言和主体、上下篇及结语组成。导言阐述古今易学科学观，给出易学科学史的大轮廓。上篇三章，分别述及易卦符号学、易数之谜和律历易说。下篇三章，论说易学与中国科学范式的形成、易学与中国科学的三次高峰和近代易科学的困境。结语讨论了易学的科学性、易学的现代性和易科学的可能性问题。在“易经热”的今天，作为第一本易学科学史专著，《易学科学史纲》所提供的历史之鉴，可以端正态度、厘清思想。